



(72) WRIGHT, PETER, FR

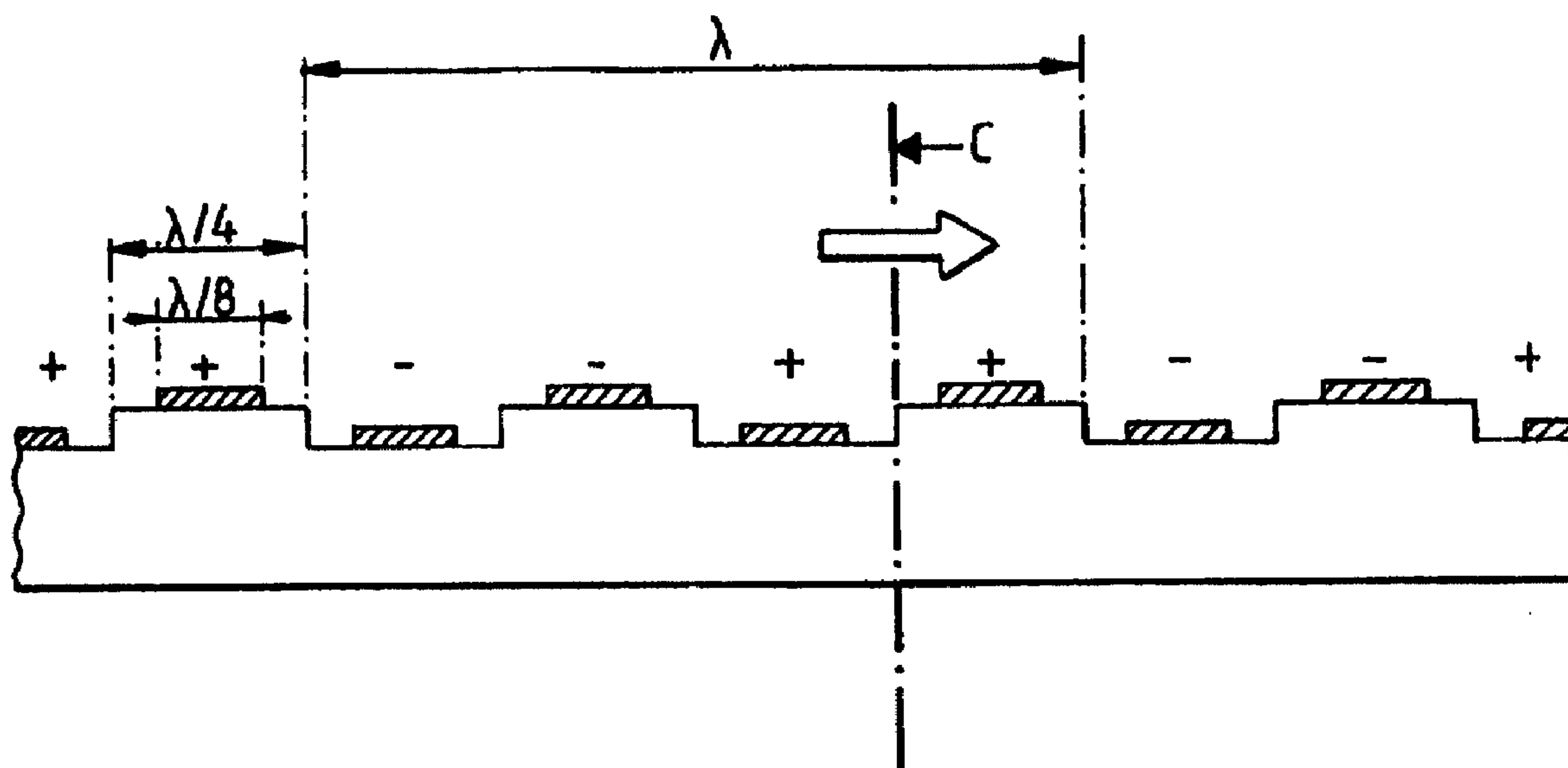
(71) THOMSON-CSF, FR

(51) Int.Cl.⁷ H03H 9/145

(30) 1998/05/29 (98/06834) FR

(54) **TRANSDUCTEUR UNIDIRECTIONNEL GRAVE A ONDES
ACOUSTIQUES DE SURFACE**

(54) **UNIDIRECTIONAL TRANSDUCER ETCHED WITH SURFACE
ACOUSTIC WAVES**



(57) L'invention concerne un transducteur à ondes acoustiques de surface dans lequel on superpose un réseau de gravure, aux réseaux d'électrodes classiques des transducteurs acoustiques. La superposition de ces réseaux permet d'obtenir une direction privilégiée de propagation des ondes acoustiques tout en maintenant un facteur de qualité (Q) élevé, comparable à celui des transducteurs bidirectionnels classiques. Applications: radiocommunication mobile.

(57) The invention concerns a transducer with surface acoustic waves wherein an etched grid is overlaid on the standard electrode arrays of acoustic transducers. The overlay of said arrays enables to obtain a preferential direction for the propagation of the acoustic waves while maintaining a high quality factor Q comparable to that of standard bidirectional transducers. The invention is applicable to mobile radio communication.



PCT

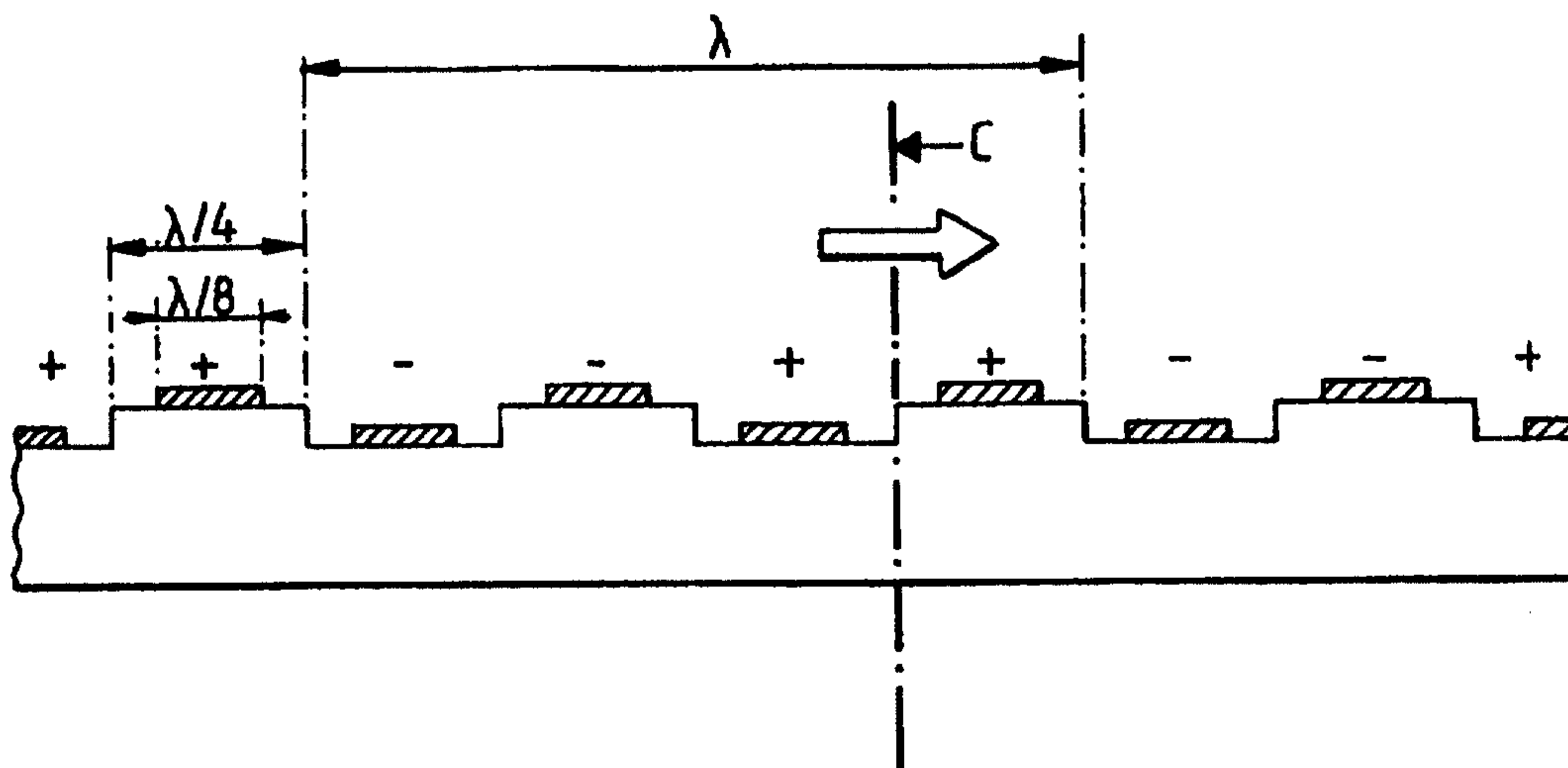
ORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE
Bureau international

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : H03H 9/145	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 99/63662 (43) Date de publication internationale: 9 décembre 1999 (09.12.99)
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR99/01265</p> <p>(22) Date de dépôt international: 28 mai 1999 (28.05.99)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 98/06834 29 mai 1998 (29.05.98) FR</p> <p>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): THOMSON-CSF [FR/FR]; 173, boulevard Haussmann, F-75008 Paris (FR).</p> <p>(72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (US seulement): WRIGHT, Peter [FR/FR]; Thomson-CSF Propriété Intellectuelle, Dépt. Brevets, 13, avenue du Président Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cedex (FR).</p> <p>(74) Représentant commun: THOMSON-CSF PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE; Dépt. Brevets, 13, avenue du Président Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cedex (FR).</p>	<p>(81) Etats désignés: CA, CN, JP, KR, SG, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Publiée Avec rapport de recherche internationale.</p>	

(54) Title: UNIDIRECTIONAL TRANSDUCER ETCHED WITH SURFACE ACOUSTIC WAVES

(54) Titre: TRANSDUCTEUR UNIDIRECTIONNEL GRAVE A ONDES ACOUSTIQUES DE SURFACE



(57) Abstract

The invention concerns a transducer with surface acoustic waves wherein an etched grid is overlaid on the standard electrode arrays of acoustic transducers. The overlay of said arrays enables to obtain a preferential direction for the propagation of the acoustic waves while maintaining a high quality factor Q comparable to that of standard bidirectional transducers. The invention is applicable to mobile radio communication.

(57) Abrégé

L'invention concerne un transducteur à ondes acoustiques de surface dans lequel on superpose un réseau de gravure, aux réseaux d'électrodes classiques des transducteurs acoustiques. La superposition de ces réseaux permet d'obtenir une direction privilégiée de propagation des ondes acoustiques tout en maintenant un facteur de qualité (Q) élevé, comparable à celui des transducteurs bidirectionnels classiques. Applications: radiocommunication mobile.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Bésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

TRANSDUCTEUR UNIDIRECTIONNEL GRAVE A ONDES ACOUSTIQUES DE SURFACE

Le domaine de l'invention est celui des transducteurs à ondes acoustiques de surface et des filtres comportant de tels transducteurs, utilisés dans de nombreux domaines tels que les systèmes de radiocommunication mobile par exemple pour le filtrage de fréquence
5 intermédiaire.

Différents types de transducteurs performants ont vu le jour depuis une dizaine d'années.

Les transducteurs unidirectionnels (Single-Phase Unidirectional Transducers encore dénommés SPUDT) ont remplacé les transducteurs
10 bidirectionnels dans beaucoup d'applications en raison de la diminution de pertes qu'ils permettent d'obtenir. Ce type de transducteur, décrit dans la demande de brevet publiée 2 702 899 est réalisé en intercalant dans un transducteur des cellules dites de transduction et des cellules dites de réflexion, et en positionnant les cellules entre elles de manière à avoir
15 remise en phase des ondes émises avec les ondes réfléchies dans la direction utile et avoir opposition de phase dans l'autre direction. Il s'agit de transducteur dans lequel sont distribuées des électrodes conçues pour qu'existent une fonction de transduction et une fonction de réflexion. Il a également été démontré dans la demande de brevet publiée 2 702 899 qu'il
20 peut être avantageux de réaliser des cavités résonantes à l'intérieur du SPUDT, une cavité résonante étant réalisée en changeant le signe de la fonction de réflexion.

Pour les substrats habituels, la distance entre centre de transduction et centre de réflexion peut être de la forme $(2n+1)\lambda/8$ avec n
25 entier pour que les phases soient correctes.

Mais le facteur de qualité Q relatif au ratio de la capacitance sur la conductance du filtre et représentatif de la largeur de bande et perte d'insertion du filtre est moins performant pour des filtres unidirectionnels avec leurs architectures spécifiques dans lesquelles sont introduites des
30 dissymétries que celui des filtres bidirectionnels classiques, symétriques.

Pour augmenter ces performances, c'est-à-dire augmenter le couplage dans un transducteur unidirectionnel (sans augmenter la capacitance), l'invention propose un transducteur dans lequel est introduit

un réseau de gravure superposé aux réseaux d'électrodes classiques des transducteurs acoustiques. Plus précisément, l'invention a pour objet un transducteur à ondes de surface comportant un substrat sur lequel sont déposés deux réseaux d'électrodes interdigitées et connectés à des polarités différentes de manière à créer des cellules de transduction acoustique définies par au moins deux électrodes consécutives de polarités différentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre au moins un réseau de gravures séparées par des mesa, la superposition des réseaux d'électrodes et du réseau de gravure permettant d'obtenir une direction privilégiée de propagation des ondes acoustiques.

Selon une première variante de l'invention, les réseaux d'électrodes sont symétriques par rapport à un axe situé au centre de deux électrodes consécutives, de polarités différentes, le réseau de gravures étant asymétrique par rapport audit axe.

Dans cette configuration, les réseaux d'électrodes symétriques permettent de conserver un facteur de couplage performant alors que le réseau de gravure asymétrique permet quant à lui de créer la direction privilégiée de propagation des ondes acoustiques.

Avantageusement, le transducteur à ondes de surface peut comprendre une succession d'au moins deux réseaux de gravure asymétriques de manière à renverser localement la direction privilégiée de propagation des ondes de surface.

Selon une autre variante de l'invention, les réseaux d'électrodes définissent des ensembles de 3 électrodes de largeur différente par longueur d'onde caractéristique correspondant à la fréquence centrale de fonctionnement du transducteur dans lesquels ensembles, une première et une seconde électrodes sont séparées d'une distance $3\lambda/16$, et sont connectées à des polarités différentes, la seconde et une troisième électrodes étant séparées d'une distance $\lambda/8$, de manière à définir une direction privilégiée de propagation des ondes acoustiques, les électrodes étant positionnées sur les mesa du réseau de gravure.

L'avantage d'une telle configuration réside dans l'augmentation des coefficients de réflexion des électrodes. Dans les structures classiques, pour augmenter ces coefficients, il est nécessaire d'augmenter l'épaisseur des électrodes ; en utilisant une structure de mesa séparées de gravures,

les électrodes étant déposées à la surface des mesa, on parvient à augmenter le coefficient de réflexion des électrodes tout en maintenant une épaisseur faible de métallisation.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages
5 apparaîtront à lecture de la description qui va suivre donnée à titre non limitatif et grâce aux figures annexées parmi lesquelles :

- la figure 1a illustre un premier exemple de transducteur selon l'invention à 4 électrodes par λ , présentant une direction privilégiée de propagation des ondes de surface ;
- 10 - la figure 1b illustre un second exemple de transducteur selon l'invention à 4 électrodes par λ , présentant une direction privilégiée de propagation des ondes de surface opposée à celle du premier exemple de transducteur ;
- la figure 2 illustre un troisième exemple de transducteur selon l'invention à 4 électrodes par λ comprenant localement une première directivité des ondes de surface dans un sens et localement une seconde directivité des ondes de surface opposée à la première ;
- 15 - la figure 3 illustre un quatrième exemple de transducteur selon l'invention à 4 électrodes par λ dans lequel le déphasage entre centre de transduction et centre de réflexion est égal à $\lambda/16$;
- la figure 4 illustre un cinquième exemple de transducteur selon l'invention à 4 électrodes par λ dans lequel les mesa et les gravures ne possèdent pas la même largeur ;
- 20 - la figure 5a illustre un transducteur à deux électrodes par λ selon l'art antérieur ;
- la figure 5b illustre un premier exemple de transducteur selon l'invention à 2 électrodes par λ , dans lequel les électrodes sont positionnées à cheval sur des flancs de gravure, d'un réseau de gravure de période $\lambda/2$;
- 25 - les figures 6a et 6b illustrent un second exemple de transducteur selon l'invention à 2 électrodes par λ , dans lequel les électrodes sont positionnées sur des mesa ou des gravures d'un réseau de gravure de période λ ;
- 30

- la figure 7a illustre un exemple de transducteur classique de type SPUDT à 3 électrodes par λ ;
- la figure 7b illustre un exemple de transducteur de type SPUDT à 3 électrodes par λ , dans lequel le réseau d'électrodes est superposé au réseau de gravure ;
- la figure 7c illustre une variante de l'exemple de transducteur unidirectionnel illustré en figure 7b.

De manière générale, le transducteur à ondes de surface selon l'invention, comprend la superposition de réseaux d'électrodes et d'au moins un réseau de gravure. Classiquement, les substrats utilisés peuvent être notamment du quartz, les électrodes peuvent être obtenues par métallisation par exemple d'aluminium. Les substrats utilisés peuvent encore avantageusement être du type LiNbO_3 , LiTaO_3 ou bien encore $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$. Par ailleurs, les techniques de gravure sont bien maîtrisées sur de tels substrats type quartz et notamment la technique dite ICP (Inductive Coupled Plasma) utilisant un plasma haute énergie et permettant la fabrication en série et à bas coût de dispositifs gravés. Il est à noter que la largeur des gravures peut être différente de la largeur des mesa et notamment plus petite, selon certaines variantes, la largeur de gravure étant égale à la largeur d'électrode.

Selon une première variante de l'invention, pour obtenir un fort coefficient de couplage conféré par des réseaux d'électrodes symétriques, on crée une direction privilégiée de propagation des ondes de surface grâce à la présence du réseau de gravure. Nous allons décrire plusieurs exemples d'implantation possibles pour mettre en oeuvre ce type de configuration.

Exemples de transducteurs avec 4 électrodes par longueur d'onde λ

Dans ce type de transducteur, les électrodes sont réparties de manière symétrique sur le substrat avec une période $\lambda/4$. Une telle structure présente un bon coefficient de couplage mais demeure bidirectionnelle. En effet, les réflexions créées par les électrodes s'annulent entre elles et aucune direction privilégiée de propagation des ondes acoustiques n'est générée avec une telle configuration. Pour perturber cette bidirectionnalité,

l'invention propose de superposer un réseau de gravure pour faire apparaître des réflexions supplémentaires et ce de manière asymétrique par rapport à un axe central C défini entre deux électrodes connectées à des polarités différentes et symbolisées sur le schéma par un signe + et un
5 signe -, sur la figure 1a.

En faisant coïncider les centres des électrodes avec les centres des mesa ou des gravures, on obtient si la distance entre mesa et gravure consécutives est de $\lambda/4$, des réflexions de centre de gravure positionnée en $\lambda/8$ ou $3\lambda/8$, par rapport au centre d'une électrode. Ces flancs de gravure
10 génèrent les réflexions nécessaires à l'obtention d'une direction privilégiée de propagation des ondes acoustiques de surface. La figure 1b illustre une configuration dans laquelle la direction privilégiée de propagation des ondes acoustique est opposée à celle de la figure 1a. Dans cette première variante, la distance entre électrodes consécutives peut avantageusement
15 être égale à la distance entre une mesa et une gravure consécutive.

Comme cela a été évoqué précédemment, il peut être intéressant de créer des cavités résonantes. Pour réaliser ce type de configuration, dans laquelle la direction privilégiée de propagation des ondes acoustiques est localement inversée, le transducteur selon l'invention peut comprendre
20 une succession d'implantation selon la figure 1a et d'implantation selon la figure 1b, comme illustré en figure 2. Dans ce type d'implantation au niveau de l'axe AA', il y a une rupture dans la périodicité du réseau de gravure de manière à passer continûment d'un réseau de gravure de premier type R_i tel que représenté en figure 1a, à un réseau de gravure de second type R_{i+1} ,
25 tel que représenté en figure 1b.

Une telle configuration présente l'intérêt d'une technologie beaucoup plus aisée que celle classiquement utilisée dans ce type de transducteur pour lequel il y est délicat de déplacer localement la position entre un centre de transduction et un centre de réflexion pour obtenir le
30 retournement de directivité souhaité.

Dans les configurations précédentes décrites de transducteur à 4 électrodes par longueur d'onde λ , un centre de transduction situé au centre d'une électrode (par exemple référencée +) est séparé d'un flanc de gravure correspondant à un centre de réflexion d'une distance $\lambda/8$, correspondant au
35 cas idéal. Dans certaines applications et compte tenu des substrats

employés, il peut être intéressant de créer un déphasage différent de 45° (correspondant à $\lambda/8$). Pour cela et selon l'invention, on peut avantageusement décaler le réseau de gravure par rapport au réseau d'électrodes. La figure 3 illustre une configuration dans laquelle un centre de
5 transduction est distant d'un flanc de gravure d'une distance de $\lambda/16$, soit un déphasage de $22,5^\circ$. Dans cette configuration, les électrodes sont alignées avec les flancs de gravures ce qui peut représenter une facilité technologique.

Par ailleurs, dans les exemples précités, les mesa et les gravures
10 présentent les mêmes largeurs, cependant ces dernières peuvent également avantageusement être de largeur différente.

Typiquement, les gravures peuvent posséder une largeur égale à $\lambda/8$ alors que les mesa possèdent une largeur égale à $3\lambda/8$. Ceci permet de remplir entièrement les gravures de métallisation comme l'illustre la figure 4.
15 La sensibilité en production peut ainsi être accrue. De plus, avec cette latitude, il devient très simple de changer la largeur ou la position des gravures localement dans le transducteur, de manière à modifier la phase et l'amplitude du coefficient de réflexion.

20 Exemples de transducteurs à 2 électrodes par longueur d'onde λ

Les exemples décrits précédemment sont tous relatifs à des transducteurs de 4 électrodes par λ , dans lesquels la directivité privilégiée des ondes de surface est facilement obtenue. Selon l'art antérieur, les
25 transducteurs à deux électrodes par λ , illustrés en figure 5a, présentent des coefficients de couplage très élevés et plus forts que dans les transducteurs à 4 électrodes par λ mais sont néanmoins bidirectionnels, les réflexions entre électrodes étant en phase et ce de manière symétrique. La superposition d'un réseau de gravure dans ce type de transducteur permet
30 avantageusement de pallier cet inconvénient. De plus, ce type de transducteur présente un avantage technologique puisqu'il permet de fabriquer des réseaux d'électrodes avec un pas deux fois plus grand que le pas nécessaire dans les transducteurs à 4 électrodes par λ .

De manière classique, les transducteurs à 2 électrodes par λ ,
35 comprennent des électrodes de largeur $\lambda/4$ séparées d'un pas $\lambda/2$, comme

illustré en figure 5a. Les ondes émises au niveau d'une électrode E_i sont en phase avec les ondes réfléchies par l'électrode consécutive E_{i+1} et réciproquement pour les ondes émises en E_{i+1} et celles réfléchies par l'électrode E_i . Pour perturber cette symétrie et la mise en phase des réflexions aux électrodes, l'invention propose de positionner les électrodes sur les flancs de gravure comme illustré en figure 5b.

Pour comprendre le fonctionnement d'une telle structure et comment il est possible d'optimiser ce type d'implantation, nous allons considérer les coefficients de réflexion respectivement relatifs à un flanc de gravure, à une électrode et repéré au centre de l'électrode.

Dans le sens ascendant gravure \rightarrow mesa, le coefficient de réflexion est référencé r_g .

Dans le sens descendant mesa \rightarrow gravure, le coefficient de réflexion est référencé $-r_g^*$.

Dans le sens ascendant, substrat \rightarrow électrode, le coefficient de réflexion est référencé $-r_e^*$.

Dans le sens descendant, électrode \rightarrow substrat, le coefficient de réflexion est référencé r_e .

Si le centre de l'électrode est déplacé d'une distance d par rapport au flanc de gravure, le coefficient de réflexion Γ repéré au centre de l'électrode est donné par la formule suivante

$$\begin{aligned} \Gamma &= r_g \cdot e^{2jk \left(\frac{\lambda}{4} - d \right)} - \overline{r_g} \cdot e^{-2jk \cdot d} + r_e \cdot e^{2jk \cdot \frac{\lambda}{8}} - \overline{r_e} \cdot e^{-2jk \cdot \frac{\lambda}{8}} \\ &= -(r_g + \overline{r_g}) \cdot e^{-j4\pi \cdot \frac{d}{\lambda}} + j \cdot (r_e + \overline{r_e}) \\ &= -2 \cdot \text{Re}(r_g) \cdot e^{-j4\pi \cdot \frac{d}{\lambda}} + j2 \cdot \text{Re}(r_e) \end{aligned}$$

Pour obtenir une transduction unidirectionnelle, on veut que le coefficient de réflexion Γ soit un réel pur, ce qui implique :

$$-2 \cdot \text{Re}(r_g) \cdot e^{-j4\pi \cdot \frac{d}{\lambda}} + j2 \cdot \text{Re}(r_e) = 0 \text{ où Re partie réelle}$$

$$d = -\frac{\lambda}{4 \cdot \pi} \cdot a \sin\left(\frac{\text{Re}(r_e)}{\text{Re}(r_g)}\right) \quad (1)$$

$$\Gamma = -2 \cdot \text{Re}(r_g) \cdot \cos\left(4 \cdot \pi \cdot \frac{d}{\lambda}\right)$$

Donc

5

$$\Gamma = -2 \cdot \text{Re}(r_g) \cdot \cos\left(-a \sin\left(\frac{\text{Re}(r_e)}{\text{Re}(r_g)}\right)\right)$$

$$\Gamma = -2 \cdot \text{Re}(r_g) \cdot \sqrt{1 - \frac{\text{Re}(r_e)^2}{\text{Re}(r_g)^2}} \quad (2)$$

Les équations (1) et (2) imposent la condition $|\text{Re}(r_e)| < |\text{Re}(r_g)|$,
 10 ce qui peut toujours être obtenu pour une valeur judicieusement choisie de la distance d.

Le premier exemple de transducteur avec 2 électrodes par λ , qui vient d'être décrit nécessite tout de même une technologie dans laquelle les électrodes doivent être déposées à l'intersection de mesa et de gravure, ce
 15 qui n'est pas très aisé.

C'est pourquoi, l'invention propose également une autre configuration de transducteur avec 2 électrodes par λ , mais de technologie plus directe.

Il s'agit d'un transducteur unidirectionnel dans lequel le réseau de
 20 2 électrodes par λ est superposé à un réseau de gravures de pas λ , comme illustré en figure 6a ou 6b.

Ce type de transducteur fonctionne à la deuxième harmonique. Il a l'avantage d'offrir une géométrie plus large que les géométries décrites précédemment et est particulièrement avantageux pour des applications à
 25 très hautes fréquences.

En considérant les mêmes paramètres r_g , r_e et Γ , on obtient pour le coefficient de réflexion central Γ :

$$\begin{aligned}
 \Gamma &= r_g \cdot e^{2jk \left(\frac{3\lambda}{8} - d \right)} - r_g \cdot e^{-2jk \left(\frac{\lambda}{8} + d \right)} + r_e \cdot e^{2jk \frac{\lambda}{8}} - r_e \cdot e^{-2jk \frac{\lambda}{8}} \\
 &= -j \cdot (r_g - \overline{r_g}) \cdot e^{-j4\pi \frac{d}{\lambda}} + j \cdot (r_e + \overline{r_e}) \\
 &= 2 \operatorname{Im}(r_g) \cdot e^{-j4\pi \frac{d}{\lambda}} + j \cdot 2 \operatorname{Re}(r_e)
 \end{aligned}$$

De même que précédemment, pour obtenir une direction privilégiée de propagation, on cherche à obtenir un coefficient de réflexion réel pur, soit :

10

$$2 \operatorname{Im}(r_g) \cdot e^{-j4\pi \frac{d}{\lambda}} + j \cdot 2 \operatorname{Re}(r_e) = 0$$

$$d = \frac{\lambda}{4\pi} \cdot a \sin \left(\frac{\operatorname{Re}(r_e)}{\operatorname{Im}(r_g)} \right) \quad (3)$$

15

avec Im : partie imaginaire

$$\text{et } \Gamma = 2 \operatorname{Im}(r_g) \cdot \cos \left(4\pi \frac{d}{\lambda} \right)$$

$$\text{donc : } \Gamma = 2 \operatorname{Im}(r_g) \cdot \cos \left(a \sin \left(\frac{\operatorname{Re}(r_e)}{\operatorname{Im}(r_g)} \right) \right)$$

20

$$\Gamma = 2 \operatorname{Im}(r_g) \cdot \sqrt{1 - \frac{\operatorname{Re}(r_e)^2}{\operatorname{Im}(r_g)^2}}$$

De même que dans l'exemple précédent, il est possible de déterminer une valeur d , telle qu'elle autorise $|\operatorname{Re}(r_e)| < |\operatorname{Im}(r_g)|$.

Et comme pour les transducteurs à 4 électrodes par λ , il peut être très avantageux de réaliser des transducteurs dans lesquels les mesa et les gravures n'ont pas la même largeur.

5 Exemples de transducteur à 3 électrodes par longueur d'onde λ

Selon une autre variante de l'invention, il est possible d'utiliser un transducteur à ondes de surface classique, de type SPUDT, utilisant un réseau asymétrique d'électrodes et dans lequel les performances de
10 couplage sont accrues en raison de l'amélioration des coefficients de réflexion des électrodes utilisées pour une longueur d'onde de transducteur. La figure 7a illustre un transducteur à 3 électrodes par λ , deux électrodes sont distantes de $\lambda/4$, pour annuler les réflexions nettes desdites électrodes ; en effet, une onde émise par une électrode se trouve en
15 opposition de phase par rapport à l'onde réfléchie par l'électrode consécutive séparée de la distance $\lambda/4$. La troisième électrode séparée d'une distance de $3\lambda/8$ de l'électrode consécutive, joue le rôle de réflecteur.

Une manière d'augmenter le coefficient de réflexion d'une telle implantation consiste à augmenter l'épaisseur desdites électrodes. En
20 général, au-delà d'une certaine valeur de métallisation d'électrode, ladite électrode perd de ses propriétés et la technologie devient délicate. C'est pourquoi, l'invention propose une variante de transducteur, dans laquelle les coefficients de réflexion des électrodes sont améliorés en augmentant l'épaisseur d'électrodes sans augmenter l'épaisseur de métallisation comme
25 illustré en figure 7b. Une telle technologie permet de plus d'utiliser un masque unique pour réaliser le réseau de gravure et le réseau de métallisation d'électrode.

Pour parfaire une telle structure, on a intérêt à ne pas graver de manière uniforme le substrat comme illustré en figure 7c. En effet, en ne
30 gravant pas au niveau d'un centre de transduction, il est possible d'augmenter la distribution de réflectivité pour rendre sélectivement certaines électrodes, centre de réflexion et ainsi conduire à la diminution de longueur de transduction. Notamment, en ne gravant pas au niveau d'un centre de transduction situé entre une électrode référencée + et une
35 électrode référencée -, on est en mesure de mettre en phase une onde de

surface au niveau de ce centre de transduction et une onde réfléchie par l'électrode constitutive d'un centre de réflexion placé en $3\lambda/8$.

REVENDICATIONS

1. Transducteur à ondes de surface comportant un substrat sur lequel sont déposés deux réseaux d'électrodes interdigitées et connectés à des polarités différentes de manière à créer des cellules de transduction acoustique définies par au moins deux électrodes consécutives de polarités différentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre au moins un réseau de gravures séparées par des mesa, la superposition des réseaux d'électrodes et du réseau de gravure permettant d'obtenir une direction privilégiée de propagation des ondes acoustiques.

2. Transducteur à ondes de surface selon la revendication 1, caractérisé en ce que les réseaux d'électrodes sont symétriques par rapport à un axe situé au centre de deux électrodes consécutives de polarités différentes, le réseau de gravures étant asymétrique par rapport audit axe.

3. Transducteur à ondes de surface selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend une succession d'au moins deux réseaux de gravure, asymétriques de manière à renverser localement la direction privilégiée de propagation des ondes de surface.

4. Transducteur à ondes de surface, selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que le réseau de gravure comprend une alternance de gravures et de mesa, la largeur des gravures étant différente de la largeur des mesa.

5. Transducteur à ondes de surface selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que la distance entre deux électrodes consécutives est égale à la distance entre une mesa et une gravure consécutives.

6. Transducteur à ondes de surface selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que la distance entre électrodes consécutives est égale au quart de la longueur d'onde caractéristique correspondant à la fréquence centrale de fonctionnement du transducteur, les réseaux d'électrodes comprenant des paires d'électrodes interdigitées.

7. Transducteur à ondes de surface selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que la distance entre une mesa et une gravure consécutives est égale au quart de la longueur d'onde caractéristique.

8. Transducteur à ondes de surface selon les revendications 5, 6 et 7, caractérisé en ce que la largeur des électrodes est égale au huitième de la longueur d'onde caractéristique.

5 9. Transducteur à ondes de surface selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'axe central coïncidence avec un flanc de gravure du réseau de gravure.

10. Transducteur à ondes de surface selon l'une des revendications 2 à 8, caractérisé en ce que l'axe central est situé à une distance non nulle d'un flanc de gravure du réseau de gravure.

10 11. Transducteur à ondes de surface selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que la distance entre deux électrodes consécutives est égale à une demi-longueur d'onde caractéristique.

15 12. Transducteur à ondes de surface selon la revendication 11, caractérisé en ce que la largeur des électrodes est de l'ordre du quart de la longueur d'onde caractéristique.

20 13. Transducteur à ondes de surface selon l'une des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce que la distance entre une gravure et une mesa consécutives est égale au quart de la longueur d'onde caractéristique, les électrodes étant positionnées à cheval sur lesdites mesa et gravures.

14. Transducteur à ondes de surface selon l'une des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce que la distance entre une gravure et une mesa consécutives est égale à la longueur d'onde caractéristique.

25 15. Transducteur à ondes de surface selon la revendication 1, caractérisé en ce que les réseaux d'électrodes définissent des ensembles de 3 électrodes par longueur d'onde caractéristique, dans lesquels ensembles une première et une seconde électrodes sont séparées d'une distance égale à un quart de longueur d'onde caractéristique, et sont connectées à des polarités différentes, la seconde et une troisième étant séparées d'une
30 distance égale au 3 huitième d'une longueur d'onde caractéristique de manière à définir une direction privilégiée de propagation des ondes acoustiques, les électrodes étant positionnées sur les mesa du réseau de gravure.

16. Transducteur à ondes de surface selon la revendication 15, caractérisé en ce que la première et la seconde électrodes d'un ensemble de 3 électrodes par longueur d'onde sont positionnées sur une même mesa.

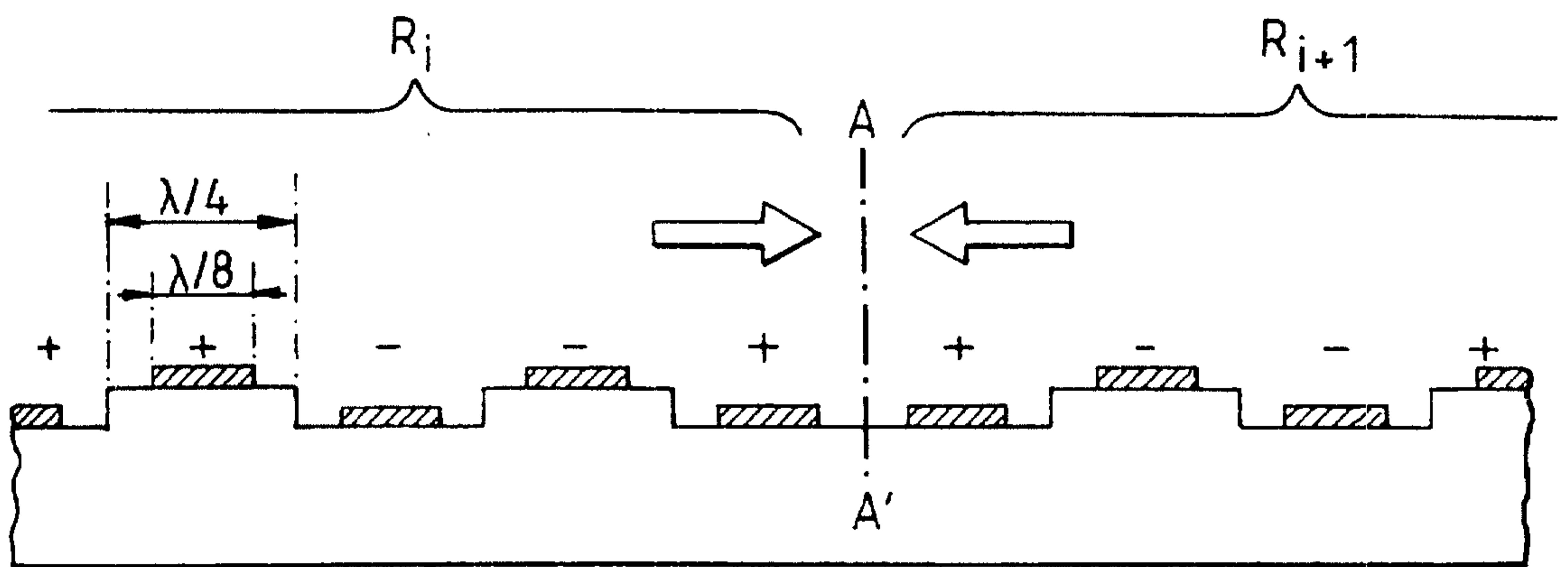
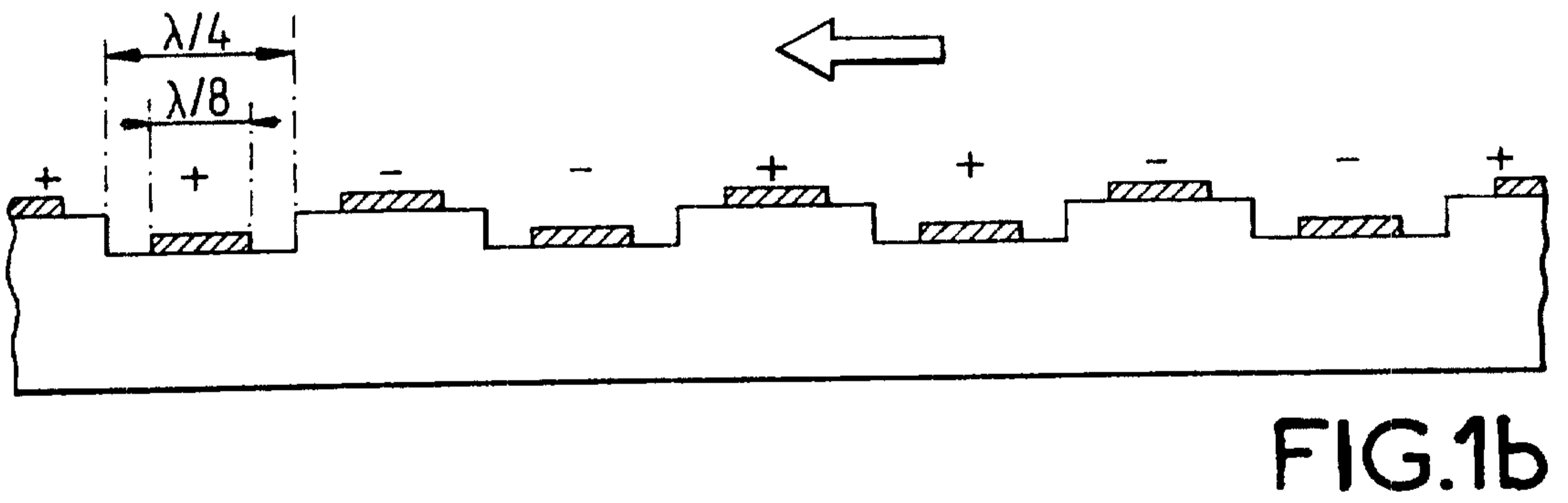
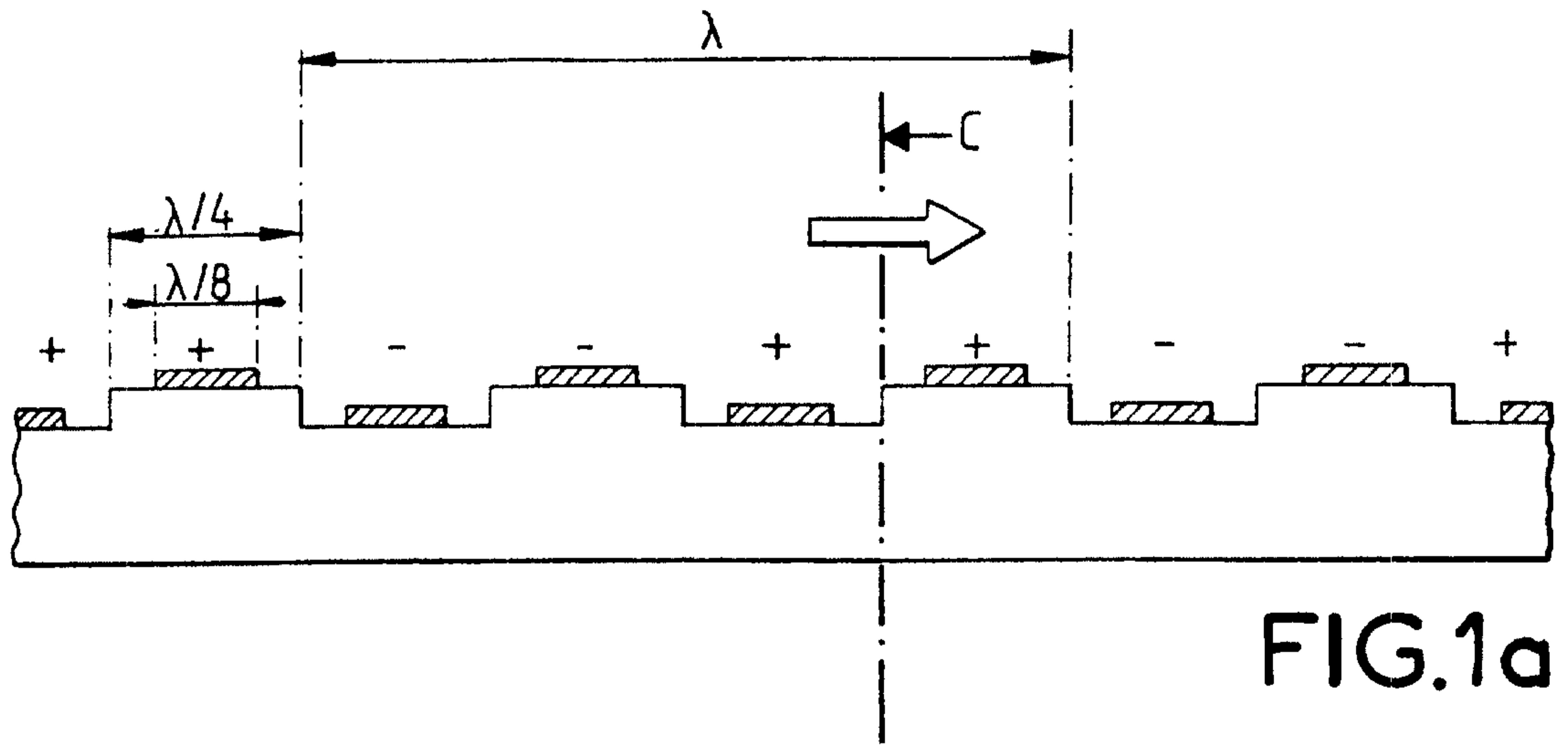
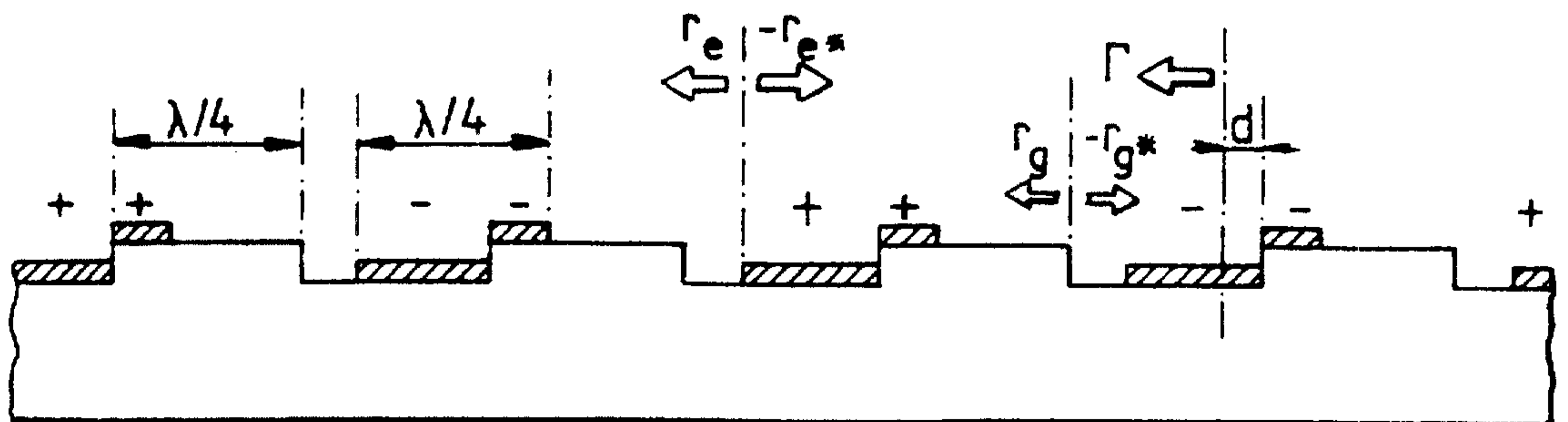
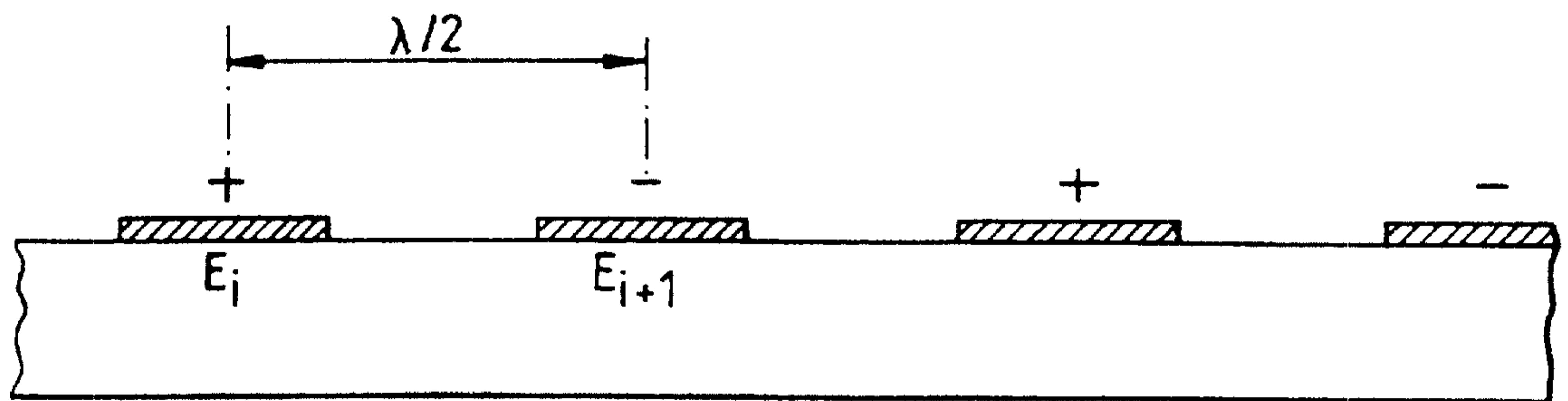
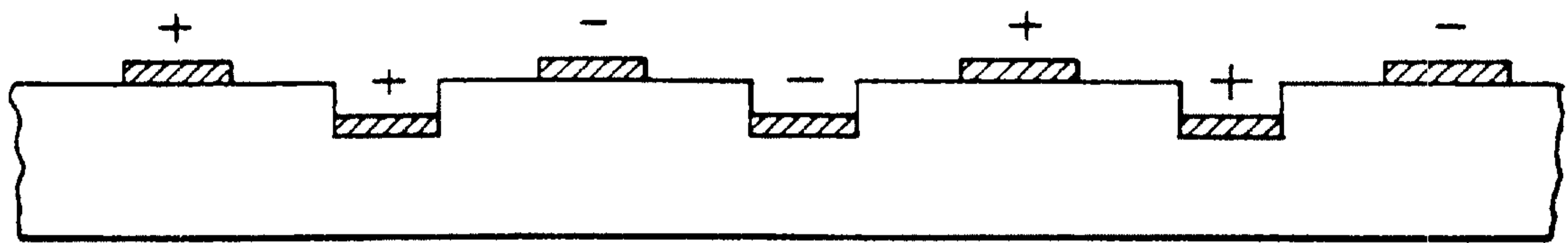
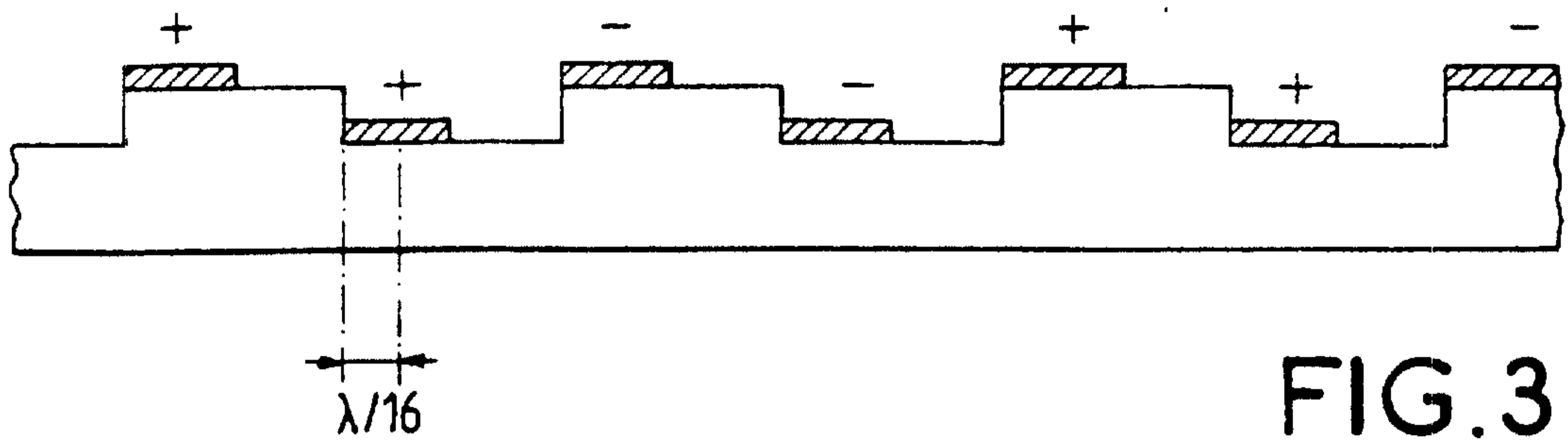
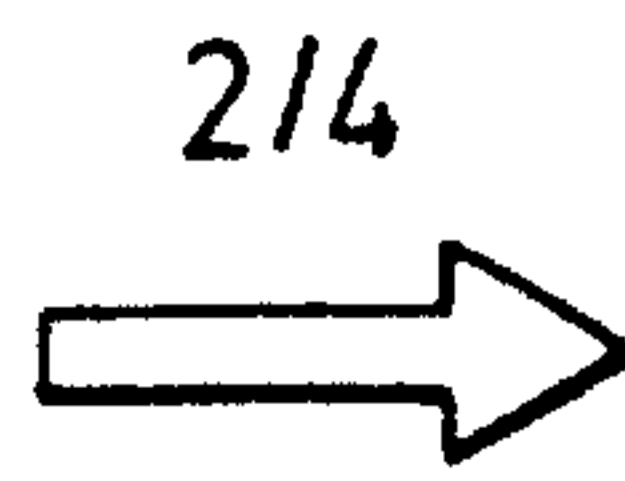


FIG. 2



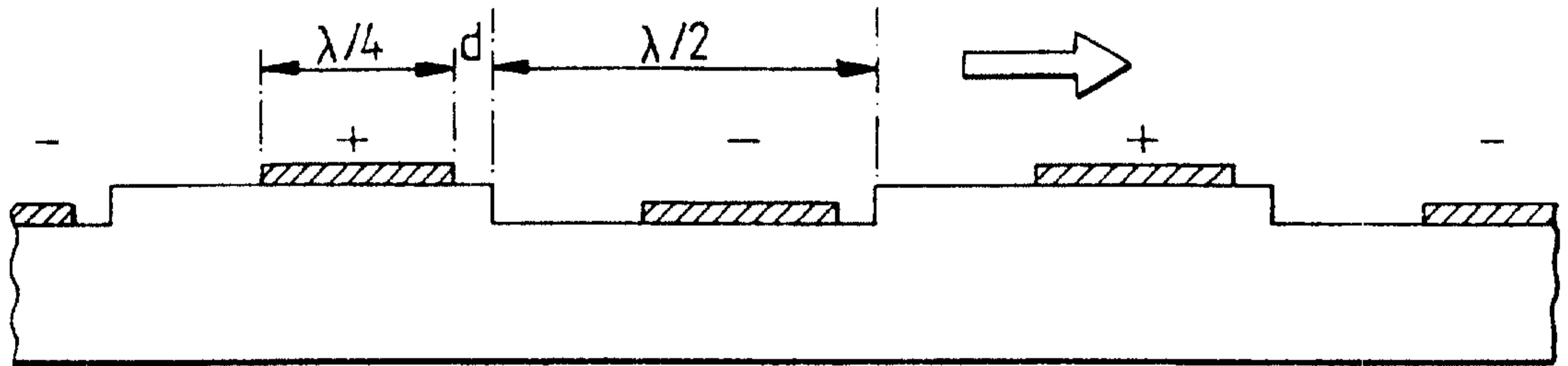


FIG. 6a

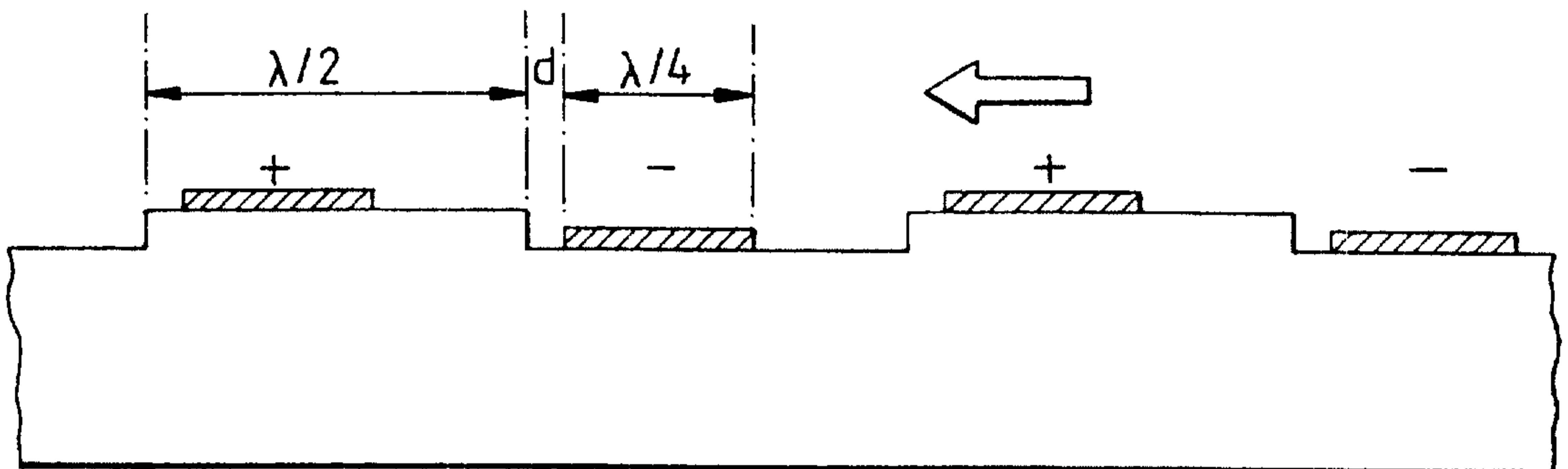


FIG. 6b

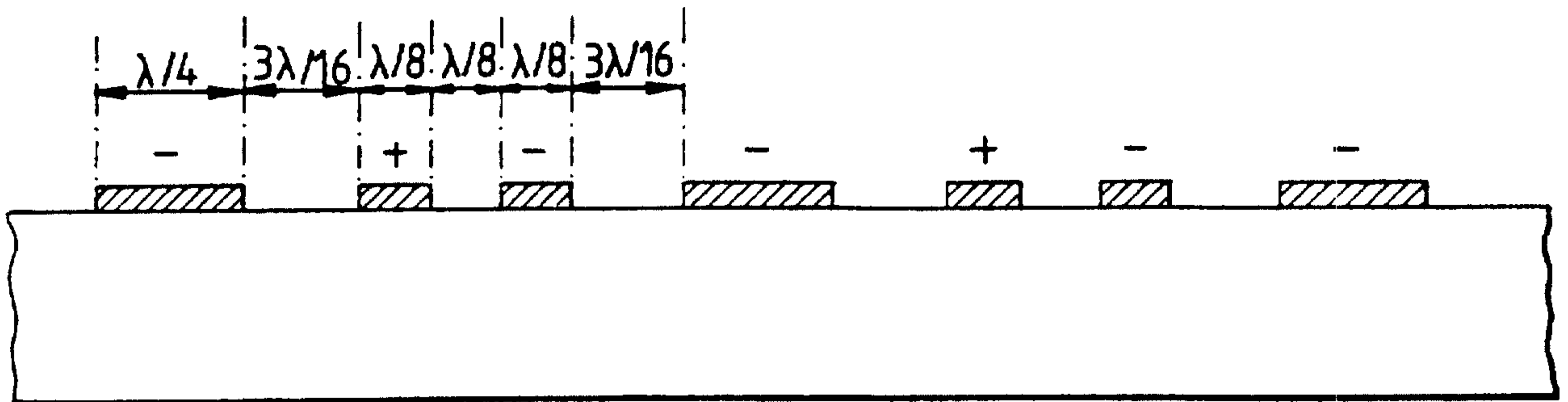


FIG. 7a

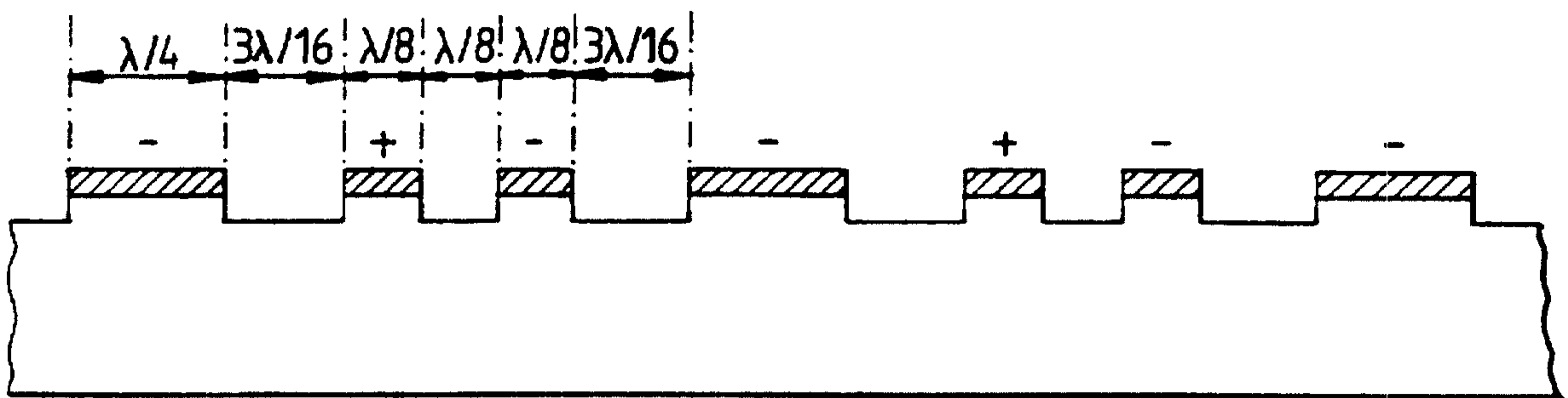


FIG. 7b

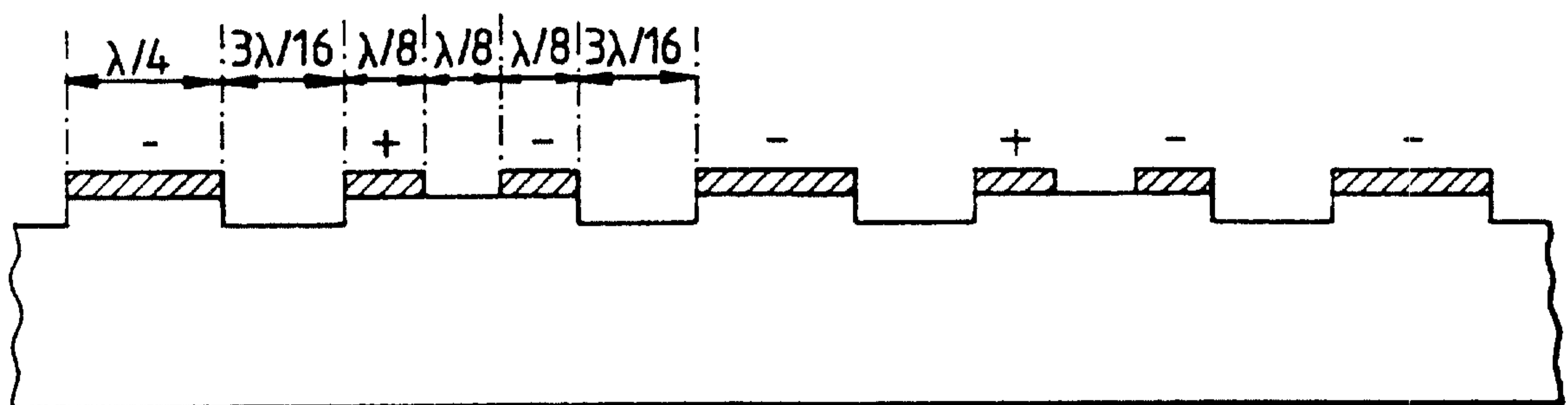


FIG. 7c