

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 867 912 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
30.09.1998 Bulletin 1998/40

(51) Int Cl.⁶: **H01J 29/82**

(21) Numéro de dépôt: **98410032.1**

(22) Date de dépôt: **26.03.1998**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(71) Demandeur: **Pixtech S.A.**
13790 Rousset (FR)

(72) Inventeur: **Pepi, Richard**
34000 Montpellier (FR)

(30) Priorité: **28.03.1997 FR 9704096**

(74) Mandataire: **de Beaumont, Michel**
1, rue Champollion
38000 Grenoble (FR)

(54) Pose d'espaceurs dans un écran plat de visualisation

(57) L'invention concerne un écran plat de visualisation constitué de deux plaques parallèles, définissant un espace inter-électrodes, au moins une première plaque de l'écran comportant, hors de zones actives, des plots (20) saillants en direction d'une deuxième plaque

et d'une épaisseur nettement inférieure à l'épaisseur de l'espace inter-électrodes, les plots étant répartis par groupes d'au moins trois plots pour constituer des logements (22) de réception de billes (23) de définition de l'espace inter-électrodes.

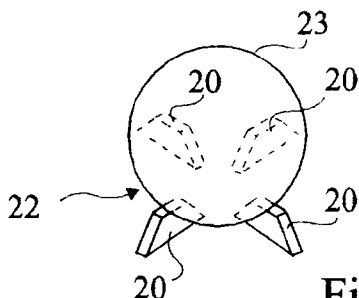


Fig 2B

EP 0 867 912 A1

Description

La présente invention concerne les écrans plats de visualisation. L'invention s'applique, plus particulièrement, à des écrans dits à cathodoluminescence, dont l'anode porte des éléments luminescents, séparés les uns des autres par des zones isolantes, et susceptibles d'être excités par bombardement électronique. Ce bombardement électronique peut provenir de micropointes, de couches à faible potentiel d'extraction ou d'une source thermoionique.

La présente invention concerne, plus particulièrement, la définition d'un espace interne, généralement sous vide, de circulation des électrons émis par la cathode de l'écran.

Pour simplifier la présente description, on ne considérera ci-après que les écrans couleur à micropointes mais on notera que l'invention concerne, de façon générale, les divers types d'écrans susmentionnés et analogues.

La figure 1 représente la structure d'un écran plat couleur à micropointes, essentiellement constitué d'une cathode 1 à micropointes 2 et d'une grille 3 pourvue de trous 4 correspondants aux emplacements des micropointes 2. La cathode 1 est placée en regard d'une anode cathodoluminescente 5 dont un substrat de verre 6 constitue la surface d'écran.

Le principe de fonctionnement et un mode de réalisation particulier d'un écran à micropointes sont décrits, en particulier, dans le brevet américain n° 4 940 916 du Commissariat à l'Énergie Atomique.

La cathode 1 est organisée en colonnes et est constituée, sur un substrat de verre 10, de conducteurs de cathode organisés en mailles à partir d'une couche conductrice. Les micropointes 2 sont réalisées sur une couche résistive 11 déposée sur les conducteurs de cathode et sont disposées à l'intérieur des mailles définies par les conducteurs de cathode. La figure 1 représente partiellement l'intérieur d'une maille et les conducteurs de cathode n'apparaissent pas sur cette figure. La cathode 1 est associée à la grille 3 organisée en lignes. L'intersection d'une ligne de la grille 3 et d'une colonne de la cathode 1 définit un pixel.

Ce dispositif utilise le champ électrique qui est créé entre la cathode 1 et la grille 3 pour que des électrons soient extraits des micropointes 2. Ces électrons sont ensuite attirés par des éléments luminophores 7 de l'anode 5 si ceux-ci sont convenablement polarisés. Dans le cas d'un écran couleur, l'anode 5 est pourvue de bandes alternées d'éléments luminophores 7r, 7g, 7b correspondant chacune à une couleur (Rouge, Vert, Bleu). Les bandes sont parallèles aux colonnes de la cathode et sont séparées les unes des autres par un isolant 8, généralement de l'oxyde de silicium (SiO_2). Les éléments luminophores 7 sont déposés sur des électrodes 9, constituées de bandes correspondantes d'une couche conductrice transparente telle que de l'oxyde d'indium et d'étain (ITO).

L'assemblage des deux substrats, ou plaques 6 et 10 supportant respectivement l'anode 5 et la cathode 1 est effectué en ménageant un espace vide 12 de circulation des électrons émis par la cathode 1. La distance entre la cathode 1 et l'anode 5 doit être constante pour que la brillance de l'écran soit régulière sur toute sa surface. Des espaceurs, généralement constitués de billes, généralement en verre, d'un diamètre correspondant à la distance inter-électrodes souhaitée, sont régulièrement réparties sur une des plaques, avant assemblage des plaques entre elles.

La distance inter-électrodes, définie par le diamètre des billes, est classiquement de l'ordre de 200 μm alors que l'espace entre deux conducteurs de cathode correspondant à des colonnes différentes est d'une valeur donnée comprise entre environ 10 et 100 μm et que le pas des pixels est d'une valeur donnée comprise entre environ 50 et 300 μm .

Un problème qui se pose alors est de maintenir les billes en position jusqu'à l'assemblage de l'écran. En effet, si des billes se trouvent, lors de l'assemblage, dans des zones actives de l'écran, elles constituent des obstacles au trajet des électrons émis par les micropointes 2 vers les luminophores 7 ce qui crée des zones d'ombre. Pour résoudre ce problème, les billes sont généralement collées sur la cathode avant assemblage.

Le document FR-A-2727242 décrit un exemple de technique pour coller des billes sur la cathode. Cette technique consiste à utiliser une plaque d'application, de la dimension de l'écran, pourvue d'encoches circulaires de réception de billes à coller. Le fond des encoches est percé pour communiquer avec une chambre d'aspiration. On commence par aspirer des billes placées en vrac dans un récipient approprié. Puis, tout en maintenant l'aspiration, on met les billes en contact avec une plaque enduite de colle, afin de déposer une pointe de colle sur chaque bille. On applique alors la plaque de cathode-grille sur la plaque d'application. Enfin, on coupe l'aspiration puis on écarte la plaque de cathode-grille de la plaque d'application. Les billes restent alors collées sur la plaque de cathode-grille aux emplacements définis par les encoches de la plaque d'application.

Une autre technique connue de collage consiste à utiliser, non pas une plaque d'application percée, mais une aiguille creuse, pour prendre, encoller et positionner les billes. Cette technique est décrite dans le brevet US-A-5558732.

Un inconvénient de ces techniques est que la colle entraîne une pollution de la surface de la cathode-grille et oblige à effectuer un traitement thermique de dégazage sous vide.

Un autre inconvénient est que, tant que la colle n'est pas sèche, les billes sont toujours susceptibles de bouger légèrement. De plus, pendant le dégazage, une grande partie de la colle est évaporée et les billes risquent alors de bouger en cas de mouvement brusque. Or, les contraintes dimensionnelles indiquées ci-dessus

entraînent qu'un décalage, même faible, des positions des billes peut avoir des conséquences néfastes en créant des zones d'ombre.

Un autre inconvénient de ces techniques est qu'elles nécessitent de positionner les billes sur la plaque de cathode alors que la cathode reçoit les micropointes d'émission électronique qui sont des éléments particulièrement sensibles aux dégazages. En effet, il n'est pas possible de coller les billes sur l'anode car les éléments luminescents déposés, côté anode, seraient endommagés par le traitement thermique de dégazage.

La présente invention vise à pallier les inconvénients des techniques connues de positionnement de billes.

L'invention vise, en particulier, à proposer une solution qui ne nécessite pas d'étape de traitement thermique après apposition des billes sur une des plaques de l'écran.

L'invention vise également à proposer une solution qui permette d'apposer les billes côté anode.

L'invention vise en outre à permettre l'utilisation d'outillages classiques de positionnement des billes.

Pour atteindre ces objets, la présente invention prévoit un écran plat de visualisation constitué de deux plaques parallèles définissant un espace inter-électrodes, au moins une plaque de l'écran comportant, hors de zones actives, des plots d'une épaisseur nettement inférieure à l'épaisseur de l'espace inter-électrodes, les plots étant répartis par groupes d'au moins trois plots pour constituer des logements de réception de billes formant espaceurs.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, chaque groupe de plots comporte quatre plots alignés deux à deux dans des directions perpendiculaires.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, l'écran plat comporte un groupe de plots à chaque intersection de deux intervalles isolants séparant des pixels voisins.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, les plots sont formés sur une couche en oxyde de silicium, constitutive d'une électrode de l'écran.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, les plots sont déposés par sérigraphie en couche épaisse.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, ladite au moins une plaque porte une cathode à micropointes associée à une grille, l'intersection d'un conducteur de cathode avec un conducteur de grille définissant un pixel de l'écran.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, ladite au moins une plaque est une plaque d'anode.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, des ouvertures de réception d'éléments luminescents sont ménagées dans une couche d'isolement rapportée sur des conducteurs d'anode, lesdites ouvertures étant, au moins dans une direction, d'une taille correspondant à une première dimension d'un pixel de l'écran.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, l'anode comporte trois ensembles de bandes alternées de conducteurs, la couche d'isolement rapportée sur lesdits conducteurs étant ouverte par tronçons au droit de chaque bande, la largeur de trois bandes parallèles associées définissant une deuxième dimension d'un pixel de l'écran.

Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

la figure 1 décrite précédemment est destinée à exposer l'état de la technique et le problème posé ; les figures 2A et 2B illustrent schématiquement, respectivement par une vue de côté et par une vue en perspective, un mode de réalisation de la présente invention ;

la figure 3 représente un exemple de cathode d'écran plat de visualisation pourvue de moyens de maintien temporaire d'espaceurs selon la présente invention ;

la figure 4 représente, vue de dessous, un mode de réalisation d'une anode d'écran plat de visualisation pourvue de moyens de maintien temporaire d'espaceurs selon la présente invention ; et

les figures 5A à 5C illustrent schématiquement, un exemple de pose d'espaceurs selon un mode de mise en oeuvre de la présente invention, à l'aide d'un système à aspiration.

Pour des raisons de clarté, les figures ne sont pas à l'échelle et seuls les éléments qui sont nécessaires à la compréhension de l'invention ont été représentés aux figures et seront décrits par la suite.

La présente invention prévoit de former sur la face interne de la plaque de l'écran où doivent être déposés des billes formant espaceurs, des plots de maintien temporaire de ces billes jusqu'au scellement de l'écran. Selon l'invention, ces plots sont disposés par groupes définissant, chacun, un logement de réception d'une bille.

Les figures 2A et 2B représentent un mode de réalisation de plots ou barrettes 20 de maintien temporaire d'espaceurs selon la présente invention.

Les plots 20 peuvent être formés directement par sérigraphie d'oxyde de silicium, ou autre matériau, de préférence isolant, déposable par sérigraphie en couche épaisse, sur une plaque d'anode ou de cathode. Les plots 20 sont répartis par groupes d'au moins trois plots agencés pour définir un logement 22 de maintien temporaire d'une bille 23 constituant un espaceur. De préférence, chaque groupe est constitué de quatre plots 20 alignés deux à deux, dans deux directions perpendiculaires entre elles correspondant, de préférence, aux directions des lignes et des colonnes de l'écran. Les plots 20 sont disposés au droit des intervalles qui séparent les pixels de l'écran, donc hors des zones actives de

l'écran.

L'écart entre deux plots 20 alignés d'un même logement 22 est choisi pour permettre l'apposition d'une bille 23 en tenant compte des tolérances (généralement +/- 10 µm) de positionnement imposées par l'outil de positionnement des billes.

La hauteur des plots 20, est choisie en fonction du diamètre des billes 23, de préférence entre 10 et 25 % du diamètre des billes. Par exemple, pour des billes d'un diamètre de l'ordre de 200 µm, on prévoira des plots d'une hauteur de l'ordre de 25 µm.

Chaque logement 22 est destiné à recevoir, sans collage, une bille 23 et à la maintenir en place tant que la deuxième plaque constitutive de l'écran n'a pas été rapportée sur la première plaque.

Un avantage de la présente invention est que le recours à des plots 20 évite le recours à des traitements thermiques de dégazage sous vide pour éliminer les pollutions apportées par les couches de colle lors du dépôt classique des billes.

Un autre avantage de la présente invention est que le recours à des plots sérigraphiés permet d'obtenir une excellente précision dans les positions des logements 22 sur la face interne de la plaque concernée. Selon une variante de la présente invention, les plots peuvent être gravés dans une couche épaisse préalablement déposée de façon uniforme.

La figure 3 est une vue partielle d'une cathode d'écran plat de visualisation pourvue de plots selon un mode de réalisation de la présente invention.

De façon classique, la cathode est organisée en colonnes K et est constituée, sur un substrat 10 par exemple en verre, de conducteurs 30 organisés en mailles à partir d'une couche conductrice (en pointillés à la figure 3). Des micropointes 2 sont réalisées sur une couche résistive (non représentée) déposée, par exemple, sur les conducteurs 30 et sont disposées à l'intérieur des mailles définies par ces conducteurs 30. Le maillage des conducteurs de cathode n'a pas été représenté pour des raisons de clarté.

La cathode est associée à une grille organisée en lignes L et constituée de conducteurs 31 formés dans une couche conductrice déposée sur une couche d'isolement 32, par exemple en SiO₂, rapportée sur les conducteurs de cathode. Les conducteurs 31 sont donc séparés les uns des autres par des intervalles isolants 33. De même, les conducteurs 30 sont séparés les uns des autres par des intervalles isolants 34. Les conducteurs 31 et la couche 32 sont ouverts aux emplacements des micropointes 2. Les pixels 35 de l'écran sont définis par l'intersection d'une ligne L avec une colonne K. Pour des raisons de clarté, seules quelques micropointes 2 ont été représentées par pixel 35. On notera toutefois que chaque pixel comprend plusieurs milliers de micropointes.

Selon l'invention, quand des billes doivent être déposées côté cathode, des plots 20 sont formés sur la couche d'isolement 32 dans les intervalles 33 qui sépa-

rent les conducteurs 31 de grille et dans les intervalles 34 qui séparent les conducteurs 30 de cathode. Un groupe de quatre plots 20, définissant un logement 22 de réception d'une bille 23, comprend deux plots alignés entre deux conducteurs 30 et deux plots alignés entre deux conducteurs 31.

Le nombre de groupes de plots ménagés entre les pixels 35 dépend de la densité de billes souhaitée dans l'espace inter-électrodes. Dans l'exemple représenté, un groupe de plots 20 est prévu entre chaque pixel, c'est-à-dire que des plots 20 sont prévus dans chaque intervalle 33 et 34. On notera toutefois que, même si on a réalisé des plots entre chaque pixel 35, il est ultérieurement possible de ne pas déposer une bille dans chaque logement 22 en fonction de la densité d'espaces souhaitée.

Selon l'invention, on préfère réaliser les plots 20, côté anode et non côté cathode. Un positionnement des billes 3 côté anode est désormais possible dans la mesure où, selon l'invention, ce positionnement ne nécessite aucun traitement thermique supplémentaire par rapport au procédé de réalisation de l'anode et, en particulier, aucun dégazage à chaud d'une colle de fixation des billes.

Un premier avantage de positionner les billes côté anode est que cela n'ajoute pas d'étape au procédé de réalisation de la cathode qui est déjà, par la présence des micropointes, un procédé très délicat à mettre en oeuvre. Un deuxième avantage est que les plots 20 peuvent alors être déposés en utilisant la même technique (sérigraphie) que celle qui est généralement utilisée pour la réalisation de l'anode.

La figure 4 représente, partiellement par une vue de dessous, une anode couleur pourvue de plots de maintien temporaire d'espaces selon un mode de réalisation de la présente invention.

L'anode est, de façon classique, pourvue de bandes de conducteurs 40 réalisées sur un substrat de verre 6, séparées les unes des autres par un isolant 41, généralement du SiO₂, et sur lesquelles sont déposés des éléments luminophores 7 des différentes couleurs. Les bandes 40 sont interconnectées par couleur d'éléments luminophores, c'est-à-dire qu'elles constituent trois peignes de bandes alternées de conducteurs 40r, 40g, 40b, correspondant, chacun, à une couleur.

Selon l'invention, les éléments luminophores 7r, 7g, 7b ne sont plus déposés en bandes ininterrompues, mais sont déposés selon le motif des pixels de l'écran. En d'autres termes, la couche d'isolement 41 est ouverte, à l'aplomb des conducteurs 40, par tronçons 42, la longueur d'un tronçon 42 correspondant à une dimension d'un pixel de l'écran. L'autre dimension d'un pixel est définie par la largeur d'un groupe de trois tronçons 42 correspondant chacun à une couleur.

Selon l'invention, des plots 20 sont déposés par sérigraphie dans la couche d'isolement 41, de préférence entre chaque pixel de l'écran. Les plots 20 sont disposés, dans une première direction, entre deux groupes

de trois conducteurs 40, donc entre deux pixels voisins dans cette direction et, dans une deuxième direction, perpendiculairement aux conducteurs 40, entre deux pixels voisins.

Un avantage de la présente invention est qu'elle est parfaitement compatible avec les outils classiques de positionnement des billes.

Les figures 5A à 5C illustrent, de façon très schématique, l'utilisation d'un outil de positionnement de billes tel qu'un outil de positionnement collectif décrit dans le document FR-A-2727242.

On commence (figure 5A) par aspirer des billes 23 depuis un réservoir de billes (non représenté), au moyen d'un applicateur à plaque constitué d'une plaque 50 pourvue d'encoches 51 aux emplacements souhaités pour les billes 23. Chaque encoche 51 est ouverte pour communiquer, par l'intermédiaire d'un filtre 52 (par exemple, un papier poreux), avec une chambre 53 d'aspiration dont un orifice 54 est relié à une pompe (non représentée). La répartition des encoches 51 dans la plaque 50 correspond aux emplacements souhaités des billes 23, à un pas correspondant au pas des pixels de l'écran ou à un multiple du pas des pixels.

Puis (figure 5B), on positionne la plaque 50 à l'aplomb d'une plaque 55 (anode ou cathode) d'écran sur laquelle ont été réalisés des plots 20 tels que décrits précédemment. La plaque 55 est maintenue dans une position sensiblement horizontale, face interne dirigée vers le haut.

On abaisse la plaque d'application 50 (ou on élève la plaque 55) jusqu'à ce que les billes 23 soient en contact avec la surface de la plaque 55.

Enfin on coupe l'aspiration et on relève la plaque d'application (ou on abaisse la plaque 55). Les billes 23 se trouvent alors (figure 5C), chacune dans un logement 22.

Il ne reste plus qu'à procéder à l'assemblage des plaques de l'écran, les billes 23 étant maintenues dans les logements 22. On veillera bien entendu à maintenir sensiblement horizontale la plaque sur laquelle sont déposées les billes tant que l'autre plaque n'a pas été rapportée sur les faces libres des billes.

La présente invention est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, l'invention s'applique également à un écran monochrome. Dans ce cas, si les plots sont réalisés côté anode, les pixels de l'écran sont également définis côté anode par des ouvertures de la taille d'un pixel dans une couche d'isolement en oxyde de silicium. Enfin, des plots 20 pourront être réalisés sur les deux plaques de l'écran.

une plaque de l'écran comporte, hors de zones actives (35), des plots (20) d'une épaisseur nettement inférieure à l'épaisseur de l'espace inter-électrodes, les plots étant répartis par groupes d'au moins trois plots pour constituer des logements (22) de réception de billes (23) formant espaceurs.

2. Écran plat selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque groupe de plots (20) comporte quatre plots alignés deux à deux dans des directions perpendiculaires.
3. Écran plat selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte un groupe de plots (20) à chaque intersection de deux intervalles isolants (33, 34) séparant des pixels (35) voisins.
4. Écran plat selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les plots (20) sont formés sur une couche (32, 41) en oxyde de silicium, constitutive d'une électrode de l'écran.
5. Écran plat selon la revendication 4, caractérisé en ce que les plots (20) sont déposés par sérigraphie en couche épaisse.
6. Écran plat selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ladite au moins une plaque (10) porte une cathode (1) à micropointes (2) associée à une grille (3), l'intersection d'un conducteur (30) de cathode avec un conducteur (31) de grille définissant un pixel (35) de l'écran.
7. Écran plat selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ladite au moins une plaque (6) est une plaque d'anode (5).
8. Écran plat selon la revendication 7, caractérisé en ce que des ouvertures (42) de réception d'éléments luminophores (7) sont ménagées dans une couche d'isolement (41) rapportée sur des conducteurs (40) d'anode, lesdites ouvertures étant, au moins dans une direction, d'une taille correspondant à une première dimension d'un pixel de l'écran.
9. Écran plat selon la revendication 7, dans lequel l'anode (5) comporte trois ensembles de bandes alternées de conducteurs (40), caractérisé en ce que la couche d'isolement (41) rapportée sur lesdits conducteurs est ouverte par tronçons (42) au droit de chaque bande, la largeur de trois bandes parallèles associées définissant une deuxième dimension d'un pixel de l'écran.

Revendications

1. Écran plat de visualisation constitué de deux plaques (6, 10 ; 55) parallèles définissant un espace (12) inter-électrodes, caractérisé en ce qu'au moins

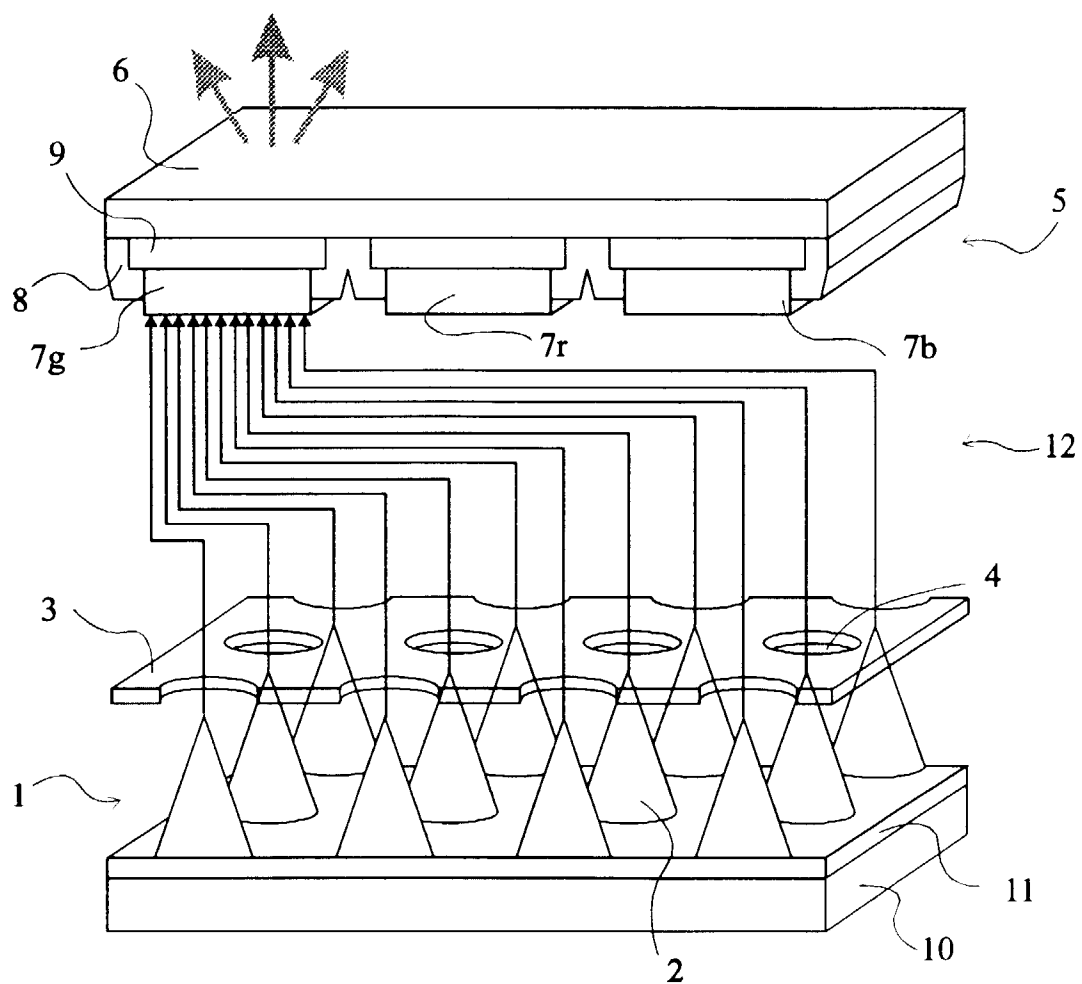
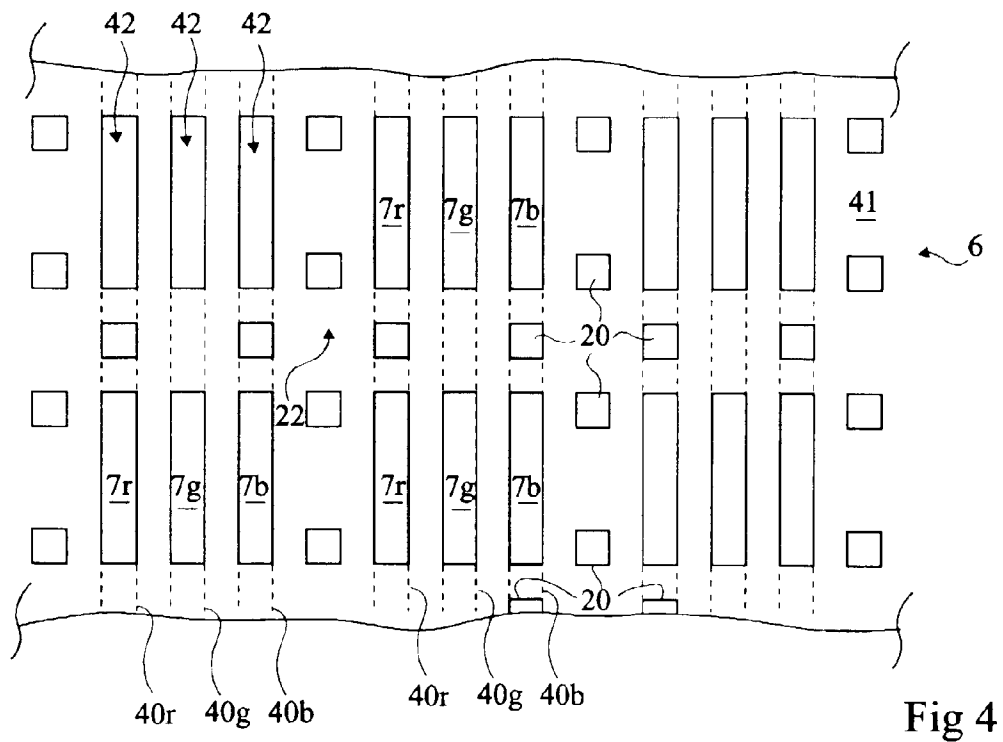
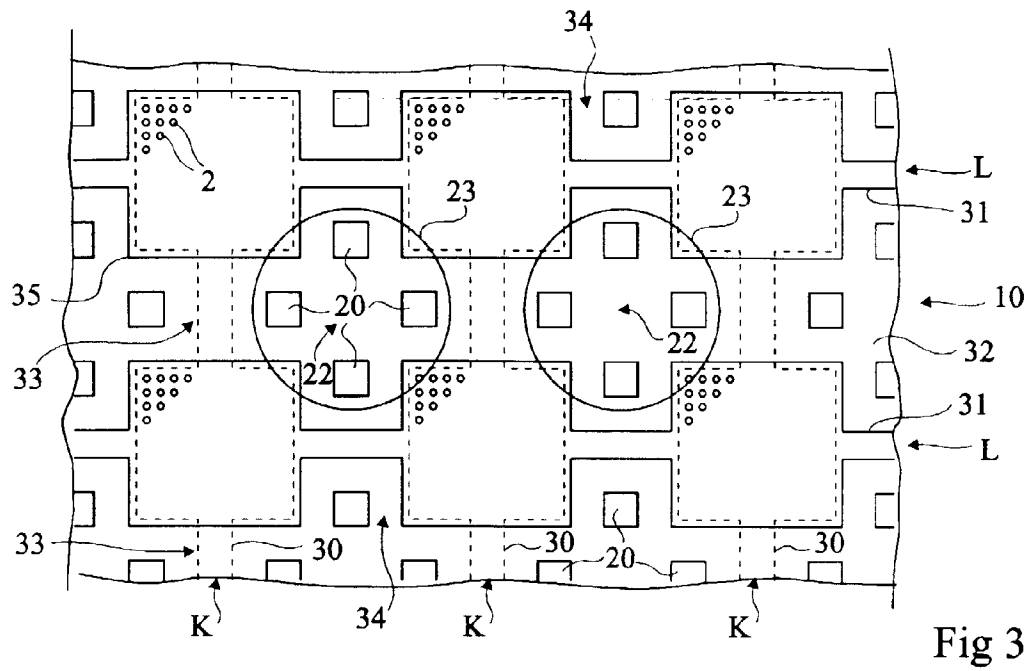
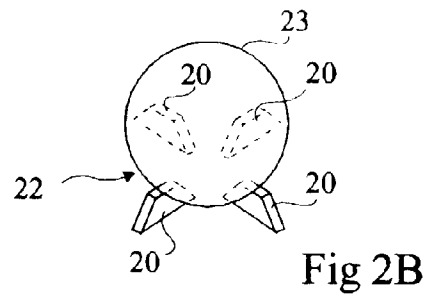
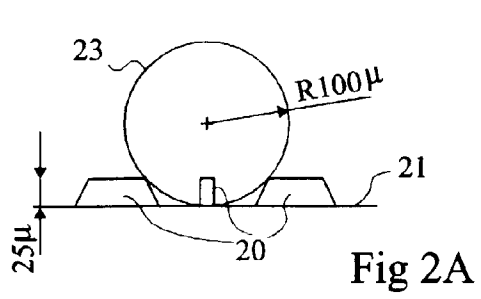


Fig 1



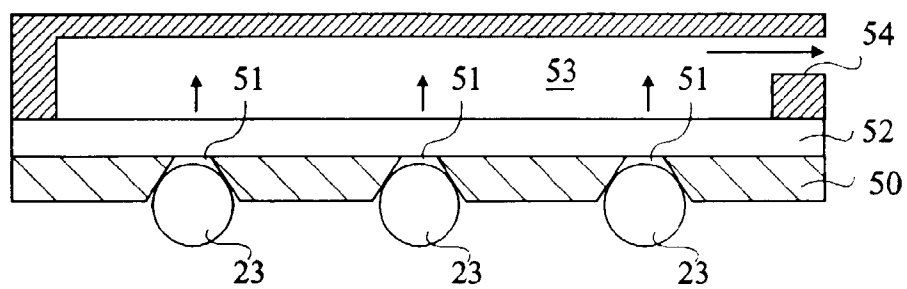


Fig 5A

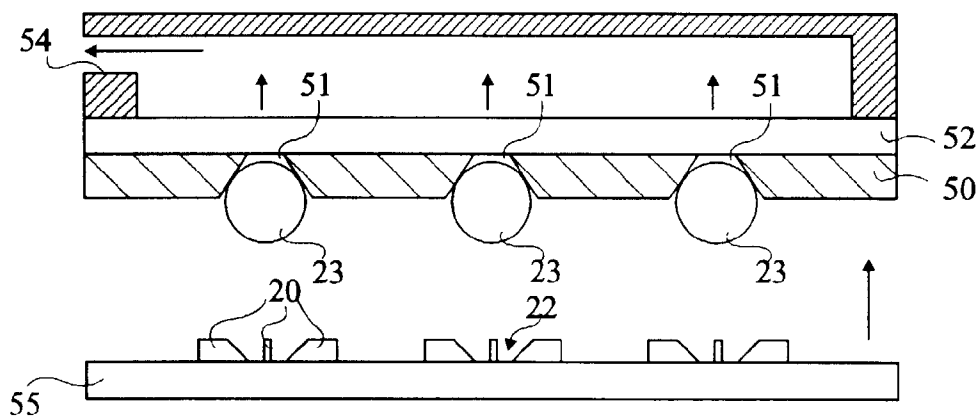


Fig 5B

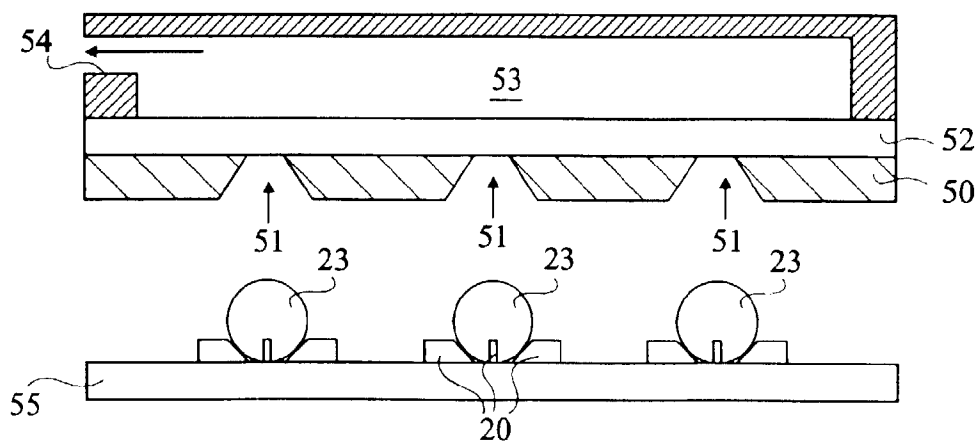


Fig 5C



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 98 41 0032

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	I.F.CHANG ET AL.: "spacing technique for gas-discharge display panel" IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, vol. 19, no. 10, mars 1977, pages 3951-3952, XP002049040 * page 3951 - page 3952 *	1	H01J29/82
A	EP 0 623 944 A (AT & T CORP) 9 novembre 1994 * revendications 1,7,8 *	1	
A	WO 94 15244 A (PIXEL INT SA ; GARCIA MICHEL (FR); PEPI RICHARD (FR)) 7 juillet 1994 * revendications 1-7 *	1	
A	EP 0 068 600 A (CONTROL DATA CORP) 5 janvier 1983 * revendications 9-16 *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 348 (E-799), 4 août 1989 & JP 01 107438 A (SONY CORP), 25 avril 1989, * abrégé *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) H01J
A	S.GRIVJACK: "display panel spherical spacers and application" IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, vol. 20, no. 9, février 1978, page 3496 XP002049041 * page 3496 *	1	
A	EP 0 622 826 A (HAMAMATSU PHOTONICS KK) 2 novembre 1994		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 12 mai 1998	Examineur Van den Bulcke, E
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 03/82 (P04C02)