



(11)

EP 1 677 277 A2

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
05.07.2006 Bulletin 2006/27

(51) Int Cl.:
G09G 3/22 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **05113010.2**

(22) Date de dépôt: **27.12.2005**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

(30) Priorité: **28.12.2004 FR 0413978**

(71) Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE**
75752 Paris Cedex 15 (FR)

(72) Inventeur: **Sarrasin, Denis**
38360 Sassenage (FR)

(74) Mandataire: **Poulin, Gérard et al**
Société BREVATOME
3, rue du Docteur Lancereaux
75008 Paris (FR)

(54) **Procédé de commande d'un écran de visualisation matriciel**

(57) Il s'agit d'un procédé de commande d'un écran de visualisation matriciel. On applique à une ligne une tension de sélection de ligne pendant un temps de sélection de ligne et simultanément à une colonne une tension correspondant à un niveau de gris à afficher qui est choisi parmi 2^q niveaux et numériquement codé suivant une loi non linéaire conforme à la perception de l'oeil. Les tensions à appliquer aux colonnes sont choisies dans une suite croissante de $(2^n + 1)$ tensions réparties en couples qui permettent d'afficher une plage de niveaux de gris. Le temps de sélection de ligne est subdivisé en un ou plusieurs groupes égaux de $2^{(q-n)}$ intervalles de temps

avec $(q-n)$ entier > 1 , la répartition de ces $2^{(q-n)}$ intervalles de temps dans un groupe se faisant, pour un couple de tensions, suivant une loi non linéaire présentant une fonction de transfert proche de l'inverse de celle ayant préalablement servi à coder les niveaux de gris pour la plage de niveau de gris correspondante, la tension appliquée à une colonne, pour un couple de tensions et un groupe d'intervalles de temps, soit prenant l'une des valeurs du couple de tensions pendant toute la durée du groupe, soit commutant au moins une fois, au cours de la durée du groupe, en fin d'un intervalle de temps, d'une valeur à l'autre du couple de tensions.

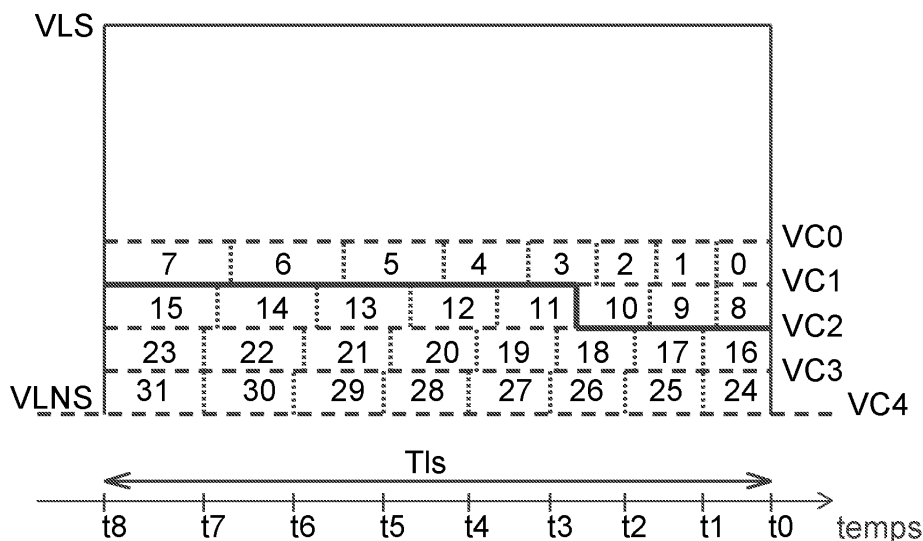


FIG. 6A

Description

DOMAINE TECHNIQUE

5 **[0001]** La présente invention concerne un procédé de commande d'un écran de visualisation matriciel destiné à afficher des images ayant différents niveaux de gris. Les images à afficher peuvent être en noir et blanc ou en couleurs, dans ce dernier cas, l'expression « niveau de gris » signifie demi-teinte de couleur.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

10 **[0002]** Les écrans matriciels de visualisation auxquels s'applique plus particulièrement la présente invention sont des écrans plats à émission d'électrons ou à sources d'électrons.

[0003] Il s'agit notamment des écrans à cathodes chaudes, à cathodes photoémissives et à cathodes à micropointes à effet de champ, comme décrit dans le document référencé [1] en fin de description, des écrans à nanofissures à effet de champ, comme décrit dans le document référencé [2], des écrans à sources planes d'électrons du type graphite ou carbone diamant, comme décrit dans le document référencé [3].

[0004] La figure 1 illustre schématiquement en coupe un écran de visualisation matriciel qui utilise une source d'électrons à émission de champ. Cet écran de visualisation matriciel comprend une ou plusieurs électrodes d'anode 1, des électrodes de cathode 2 qui sont des sources d'électrons, des électrodes de grille 3, isolées des électrodes de cathode 2 mais qui coopèrent avec elles. Ces électrodes de d'anode 1 d'une part, de cathode 2 et de grille 3 d'autre part sont situées sur des supports différents 5, 6 qui lorsqu'ils sont assemblés délimitent un espace 7 dans lequel règne le vide. Les électrodes de cathode 2 émettent un flux d'électrons en fonction du champ électrique créé par la différence de potentiel V_{GK} imposée entre les électrodes de grille 3 et les électrodes de cathode 2.

[0005] Des moyens de polarisation sont destinés à appliquer une tension V_G aux électrodes grille 3 et une tension V_K aux électrodes de cathode 2. La tension V_{GK} représente la tension de commande qui est égale à $(V_G - V_K)$.

[0006] Une source de tension V_A permet d'appliquer une haute tension aux électrodes d'anode 1. Cette tension (de l'ordre plusieurs centaines de volts) est sensiblement plus élevée que celle appliquée aux électrodes de cathode pour attirer les électrons émis par les électrodes de cathode.

[0007] Des électrons émis par les électrodes de cathode 2 sont accélérés et collectés par les électrodes d'anode 1 soumises à la haute tension V_A . Si l'on dépose une couche de matériau luminophore 8 (« phosphore ») sur les électrodes d'anode 1, l'énergie cinétique des électrons est convertie en lumière.

[0008] On se réfère à la figure 2 qui représente un dispositif d'affichage avec un écran de visualisation matriciel à émission d'électrons et l'électronique de commande associée. Dans le type d'écran de visualisation matriciel représenté, les électrodes de cathode et de grille s'étendent dans des directions sensiblement perpendiculaires de manière à former un réseau matriciel émetteur d'électrons. Les électrodes de cathode forment généralement des colonnes et les électrodes de grille des lignes de l'écran de visualisation matriciel. Un point image se trouve à la croisée entre une électrode de cathode aussi appelée électrode de colonne c_1 à c_m et une électrode de grille aussi appelée électrode de ligne 11 à 1p. L'écran de visualisation matriciel comporte p lignes et m colonnes. Le document référencé [4] décrit comment se fait l'adressage de chaque point image de l'écran de visualisation et donc la commande de la luminance de celui-ci.

[0009] Le dispositif de la figure 2 comprend un générateur de balayage de lignes 9. Ce générateur de balayage de lignes 9 est relié à une source de tension VLS (par exemple valant 80V) et à une source de tension VLNS généralement portée à la masse. Le dispositif comprend aussi un générateur de pilotage 12, pour commander les colonnes, relié à deux sources de tension 13 (par exemple valant 40V) et 14 (par exemple la masse), permettant d'appliquer l'une ou l'autre de ces tensions, selon les informations à afficher, sur les électrodes des colonnes c_1 à c_m . Les générateurs 10 et 12, souvent appelés « drivers », sont reliés à un contrôleur 16 qui assure la synchronisation de l'ensemble en relation avec des données et signaux de contrôle fournis.

[0010] Plus précisément toutes les lignes 11,...1p sont reliées au générateur de balayage de lignes 9 et elles sont sélectionnées chacune à leur tour séquentiellement pendant un temps de sélection de ligne T_{ls} en leur appliquant la tension VLS qui est appelée tension de sélection. Pendant ce temps de sélection de ligne T_{ls} , les lignes non sélectionnées sont portées à la tension VLNS qui est appelée tension de non sélection. Toutes les colonnes c_1 ,..., c_m sont reliées au générateur de pilotage 12.

[0011] Pendant ce temps de sélection de ligne T_{ls} , les colonnes c_1 , ..., c_m sont portées à une tension correspondant à l'information à afficher par les points images se trouvant à la croisée de ces dernières et de la ligne sélectionnée. La tension des lignes non sélectionnées VLNS est telle que les tensions présentes sur les colonnes n'affectent pas l'affichage sur ces lignes.

[0012] Pour obtenir un niveau de gris donné sur un point image $P_{i,j}$ se trouvant à la croisée de la ligne l_i et de la colonne c_j , on peut agir sur la valeur de la différence de potentiel V_{li-Vcj} qui s'applique entre la ligne l_i et la colonne c_j ainsi que sur la durée t pendant laquelle elle s'applique, cette durée devant rester inférieure ou égale au temps de

sélection de ligne Tls.

[0013] La figure 3 montre que la courbe de réponse $I_{\text{cathode}}(V_{\text{li}}-V_{\text{cj}})$ d'un point image $P_{i,j}$ comporte un seuil d'émission V_s . Tant que la différence de potentiel ligne/colonne reste inférieure à ce seuil V_s , il n'y a quasiment pas d'émission d'électrons.

[0014] Lors de la commande d'un point image $P_{i,j}$, on choisit donc une modulation de la tension colonne V_{cj} telle que lorsque l'on applique à la ligne l_i la tension V_{li} égale à la tension de non sélection VLNS, la différence de potentiel entre VLNS et la tension colonne V_{cj} soit toujours inférieure au seuil V_s et telle que lorsque l'on applique à la ligne l_i la tension V_{li} égale à la tension de sélection VLS, la tension colonne V_{cj} permette d'atteindre une zone où la différence de potentiel ligne/colonne $v_{\text{li}}-V_{\text{cj}}$ soit au delà du seuil V_s .

[0015] On peut polariser lignes et colonnes de différentes manières pour arriver à un même résultat car c'est la différence de potentiel ligne/colonne $V_{\text{li}}-V_{\text{cj}}$ qui pilote l'émission des électrons. On a représenté en figure 4A et 4B, deux constructions différentes qui sont équivalentes au moins pour le temps de sélection.

[0016] Sur la figure 4A, la différence de potentiel maximum (et donc le blanc), est obtenue en appliquant une tension colonne V_{Con} proche de VLNS et la différence de potentiel minimum (pour le noir) est obtenue avec une tension colonne V_{Coff} intermédiaire entre VLNS et VLS.

[0017] A contrario, sur la figure 4B, la différence de potentiel minimum (et donc le noir), est obtenue en appliquant une tension colonne V_{Coff} proche de VLNS et la différence de potentiel maximum est obtenue avec une tension colonne V_{Con} inférieure à VLNS.

[0018] Dans les descriptions qui suivent, les exemples seront donnés suivant le système de tension de la figure 4A. L'invention s'applique bien sûr aux deux systèmes.

[0019] On va s'intéresser dans ce qui suit aux différents procédés de commande des colonnes en vue d'obtenir des niveaux de gris convenables.

[0020] La modulation analogique du signal à appliquer aux colonnes est la solution la plus évidente pour afficher des niveaux de gris sur un écran de visualisation à source d'électrons. Cette solution décrite dans le document référencé [4] dont les références se trouvent en fin de description, n'est toutefois pas très viable dans l'état actuel des techniques du moins pour la commande d'écrans de visualisation complexes. En effet, un écran de visualisation pour la télévision haute définition HDTV de type 1080p comporte 1080 lignes rafraîchies avec une fréquence de 60 Hz et 1920 colonnes. Le temps de sélection de ligne Tls vaut environ 15 μs . Si on tolère un temps d'établissement d'environ 1%, cela représente un temps de montée d'environ 150 ns soit pour un circuit qui devrait par ailleurs moduler une quarantaine de volts, une vitesse de balayage (dénomination anglaise de slew rate) de 60V/ μs . Cette performance devant être réalisée au moindre coût pour les 1920 colonnes avec des contraintes sévères sur la consommation électrique de ces circuits.

[0021] On s'est alors orienté vers un adressage numérique à deux niveaux avec modulation temporelle de la tension pendant le temps de ligne Tls, méthode dite de PWM pour «Pulse Width Modulation». Dans un tel mode d'adressage, toutes les colonnes c_1 à c_n sont commutées pendant une fraction plus ou moins longue du temps de sélection de ligne Tls à un potentiel permettant d'extraire des électrons et pendant le reste de ce même temps de sélection de ligne Tls commutées à un autre potentiel bloquant cette extraction. Cette fraction est fonction de la luminance à obtenir. Le niveau de gris affiché est directement proportionnel à la quantité de charges émises. Le document [5] dont les références se trouvent en fin de description décrit ce type de modulation temporelle.

[0022] Un inconvénient de ce type d'adressage est que les fréquences associées à ces impulsions ne transitent pas sans dommages dans les écrans de visualisation complexes. En effet les constantes de temps propres à l'écran de visualisation dépendent à la fois de la résistivité des électrodes de lignes et de colonnes et de la capacité ligne/colonne qu'il faut charger à chaque modification de tension. La diminution de ces valeurs est une contrainte technologique forte, difficilement réalisable pour permettre d'afficher un grand nombre de niveaux de gris sur des écrans de visualisation complexes de grande taille. Ce procédé se heurte par ailleurs au problème de la consommation capacitive engendrée à la fois par les niveaux des tensions à commuter et la fréquence de ces commutations.

[0023] Le procédé décrit dans la demande de brevet portant le numéro [7] dont les références complètes se trouvent en fin de description préconise l'utilisation de circuits permettant de commuter plusieurs niveaux de tensions à des moments linéairement choisis pendant temps de sélection de ligne. Cela permet ainsi de minimiser les niveaux de commutation à appliquer aux colonnes en vue de réduire la consommation capacitive, tout en affichant un grand nombre de niveaux de gris. La réponse en luminance d'un écran de visualisation à source d'électrons étant quasi-linéaire avec le temps d'excitation, le procédé cité ci-dessus est adapté à une source d'électrons codant linéairement les niveaux de gris.

[0024] Les procédés cités ci-dessus décrivent des solutions basées sur un codage linéaire des niveaux de gris. En effet, les écrans de visualisation matriciels ont pour la plupart des types de réponse qui suivent une loi linéaire que ce soit par rapport à une tension ou à une durée d'excitation.

[0025] Il est connu de l'homme de l'art qu'il faut 12 à 14 bits pour bien transmettre un signal vidéo sous forme numérique si l'on utilise des échantillons en proportion linéaire de l'intensité lumineuse.

[0026] La demande de brevet européen portant le numéro [6] et dont les références se trouvent en fin de description,

propose d'effectuer une correction des luminances à partir de données linéairement codées en faisant varier l'amplitude d'émission lumineuse au cours du temps de sélection de ligne, attribuant ainsi à des écarts de consigne égaux, des écarts d'éclairement différents. Elle propose également d'obtenir le même résultat en utilisant une modulation des largeurs d'impulsions (PWM) avec une répartition non linéaire des temps. Ceci corrige la réponse pour les forts niveaux d'éclairement mais ne peut restituer les détails pour les faibles niveaux.

[0027] Si l'on voulait dans le document référencé [7], utiliser une source dont le codage des niveaux de gris n'est pas linéaire, il faudrait encoder le signal de la source au moyen par exemple d'une table de conversion (connue sous l'acronyme anglo-saxon de LUT pour Look Up Table) pour obtenir un code numérique variant linéairement avec l'intensité lumineuse à transmettre, ce qui doit conduire à un codage sur au moins 12 bits pour une bonne restitution des niveaux de gris.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0028] L'invention a pour objet d'améliorer le procédé de commande décrit dans le document [7] pour permettre d'afficher un continuum de nuances de gris conformément à la courbe de réponse de l'oeil humain sans augmenter considérablement le nombre d'échantillons à traiter. Un plus grand nombre d'échantillons signifie, des échantillons de durées inférieures et se heurte donc aux constantes de temps de l'écran de visualisation. Le procédé de l'invention ne s'applique pas exclusivement aux écrans à micropointes mais à tout type d'écran de visualisation matriciel à émission d'électrons.

[0029] Un autre but de l'invention est de rendre compatible la réponse d'un écran à source d'électrons avec le codage non linéaire dit de correction de gamma.

[0030] Un autre but de l'invention est de diminuer le nombre de bits à utiliser pour la commande d'un écran de visualisation matriciel.

[0031] Un autre but de l'invention est de proposer un procédé de commande d'un écran de visualisation matriciel dont la consommation capacitive est minimisée.

[0032] Pour y parvenir la présente invention propose, pour afficher les niveaux de gris, au lieu d'utiliser des échantillons en proportion linéaire de l'intensité lumineuse, d'utiliser des échantillons en proportion non linéaire en optant pour un codage qui épouse la courbe de réponse de l'oeil humain car l'oeil est plus sensible aux différences de luminance à faible niveau d'éclairement qu'à fort niveau. Sa perception de la luminance suit une loi non linéaire dite de correction de gamma qui a été modélisée notamment par la Commission Internationale de l'Eclairage.

[0033] Plus précisément, la présente invention concerne un procédé de commande d'un écran de visualisation matriciel avec des lignes et des colonnes dont les intersections forment un point d'image, comprenant l'application à une ligne d'une tension de sélection de ligne pendant un temps de sélection de ligne et simultanément à une colonne d'une tension de commande correspondant à un niveau de gris à afficher par le point image associé. Le niveau de gris est choisi parmi 2^q niveaux et numériquement codé suivant une loi non linéaire conforme à la perception de la luminance par un oeil humain. Les différentes tensions à appliquer aux colonnes sont choisies dans une suite strictement croissante de $(2^n + 1)$ tensions avec n entier ≥ 1 , ces tensions étant réparties en $N = 2^n$ couples de tensions consécutives, chaque couple permettant d'afficher une plage de niveaux de gris. Le temps de sélection de ligne est subdivisé en un ou plusieurs groupes de $2^{(q-n)}$ intervalles de temps avec $(q-n)$ entier > 1 , chaque groupe ayant la même durée. La répartition de ces $2^{(q-n)}$ intervalles de temps dans un groupe se fait, pour un couple de tensions, suivant une loi non linéaire présentant une fonction de transfert proche de l'inverse de celle ayant préalablement servi à coder les niveaux de gris pour la plage de niveaux de gris correspondante. La tension appliquée à une colonne prend, pour un couple de tensions et un groupe d'intervalles de temps, soit l'une des valeurs du couple de tensions pendant toute la durée du groupe, soit commute au moins une fois, au cours de la durée du groupe, en fin d'un intervalle de temps, d'une valeur du couple de tensions à l'autre.

[0034] La loi de codage d'un niveau de gris G est telle que :

$$G = (2^q - 1) \times 4,5 \times P_G \quad \text{pour } P_G \leq 0,018$$

et

$$G = [(1,099 \times P_G)^{0,45} - 0,099] (2^q - 1) \quad \text{pour } P_G > 0,018,$$

P_G étant un poids relatif (normé à un) attribué au niveau de gris.

[0035] Pour un couple de tensions, une plage de niveaux de gris, un groupe d'intervalles de temps et un niveau de

gris à afficher donnés, la tension du couple conduisant à la luminance la plus forte peut être appliquée pendant un intervalle de temps donné par :

$$\Delta t = \tau (P_G - P_{G_{\text{inf}}}) / (P_{G_{\text{sup}}} - P_{G_{\text{inf}}}) \quad (3)$$

avec τ durée d'un groupe de 2^{q-n} intervalles de temps, P_G poids du niveau de gris à afficher, $P_{G_{\text{sup}}}$ et $P_{G_{\text{inf}}}$ poids des niveaux de gris correspondants respectivement aux bornes supérieures et inférieures de la plage de niveaux de gris associée au couple de tensions.

[0036] Lorsque le temps de sélection de ligne est subdivisé en deux groupes d'intervalles de temps, les intervalles de temps dans les deux groupes peuvent être répartis symétriquement par rapport au milieu du temps de sélection de ligne, de manière à limiter des appels de courant de commutation communs à toutes les colonnes.

[0037] Il est préférable que pendant le temps de sélection de ligne, la tension de sélection de ligne soit exempte de transitoire.

[0038] La présente invention s'applique tout particulièrement aux écrans plats à source d'électrons.

[0039] La présente invention concerne également un dispositif de commande d'un écran de visualisation matriciel selon le procédé précédemment décrit qui comporte :

une source de données numériques apte à fournir des mots binaires codés sur q bits selon la loi non linéaire conforme à la perception de la luminance par un oeil humain et représentant les codes des 2^q niveaux de gris à afficher, un contrôleur d'écran recevant des signaux de synchronisation de la source de données et gérant des signaux propres à piloter un générateur de balayage des lignes et un générateur de tensions de pilotage des colonnes qui reçoit pour chaque colonne les codes des niveaux de gris à afficher et qui permet de générer, à partir d'un générateur de tensions discrètes, les tensions des couples de tension, et de commuter si nécessaire d'une tension à l'autre dans un couple.

[0040] Les mots binaires sont subdivisés en deux sous-mots l'un de n bits correspondant aux bits de poids fort et l'autre de $q-n$ bits correspondant aux bits de poids faible. Le générateur de tensions de pilotage des colonnes peut comporter pour chaque colonne, un étage de logique combinatoire commandant une série de commutateurs analogiques pour présélectionner un couple de tensions délivré par le générateur de tensions discrètes à partir des n bits de poids fort d'un mot binaire et d'un signal issu d'un compteur initialisé à chaque temps de sélection de ligne et pour basculer de l'une des tensions à l'autre du couple lorsque le compteur a atteint la valeur correspondant aux $q-n$ bits de poids faible du mot binaire.

[0041] Le compteur reçoit une série d'impulsions non linéairement réparties correspondant au couple de tensions venant d'un générateur d'impulsions relié au contrôleur d'écran via un multiplexeur recevant par ailleurs en adresse les n bits de poids fort du mot binaire délivré par la source de données.

[0042] L'étage de logique combinatoire peut recevoir les n bits de poids fort du mot binaire délivré par la source de données via un registre à décalage associé à des bascules de mémorisation.

[0043] L'étage de logique combinatoire peut être relié au compteur via un comparateur qui assure une comparaison entre le signal issu du compteur et les $q-n$ bits de poids faible du mot binaire délivré par la source de données.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0044] La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés, à titre purement indicatif et nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 représente en coupe un écran de visualisation matriciel auquel peut s'appliquer le procédé de l'invention ;

la figure 2 illustre schématiquement un dispositif de commande d'un écran de visualisation matriciel connu auquel peut s'appliquer le procédé de l'invention ;

la figure 3 montre l'allure du courant cathode en fonction de la tension appliquée à la ligne li et à la colonne cj ;

les figures 4A, 4B illustrent les tensions à appliquer à une ligne et une colonne dans deux configurations différentes pour commander un point image ;

la figure 5A présente la courbe dite de correction de gamma qui transforme une intensité lumineuse ou luminance en un signal vidéo et la figure 5B est la courbe inverse ;

les figures 6A, 6B montrent deux exemples de signaux à appliquer à une ligne et à une colonne d'un écran de visualisation matriciel pour afficher un niveau de gris donné selon le procédé de l'invention ;

La figure 7 illustre sous forme de chronogrammes (7A à 7F) les signaux mis en jeux pour la commande d'un écran

de visualisation matriciel dans l'exemple de la figure 6B avec prise en compte des temps morts ;
les figures 8A, 8B illustrent de manière générale et en détail, un dispositif de commande d'un écran de visualisation matriciel selon le procédé de l'invention.

5 **[0045]** Des parties identiques, similaires ou équivalentes des différentes figures décrites ci-après portent les mêmes références numériques de façon à faciliter le passage d'une figure à l'autre.

[0046] Les différentes parties représentées sur les figures ne le sont pas nécessairement selon une échelle uniforme, pour rendre les figures plus lisibles.

10 EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

[0047] On va maintenant décrire plus en détail un exemple du procédé de l'invention.

[0048] Dans ce procédé on utilise un mode d'adressage présentant à la fois les possibilités de modulation en temps et en tension offert par la réponse électro-optique d'un écran utilisant une source d'électrons. Au delà du seuil, la
15 luminance obtenue varie suivant une loi quasi exponentielle avec la tension et linéairement avec la durée d'excitation.

[0049] L'écran de visualisation auquel s'applique l'invention, est un écran de visualisation matriciel à p lignes 11 à 1p et à m colonnes c1 à cm. Cet écran de visualisation matriciel est à source d'électrons.

[0050] Dans le procédé de l'invention, pendant le temps de sélection de ligne Tls, on applique à une ligne sélectionnée li une tension de ligne sélectionnée VLS qui dans l'exemple décrit sera à un niveau haut puisque dans cet exemple le
20 fonctionnement va se faire selon le mode de la figure 4A. Pendant ce temps de sélection de ligne T1s, on va appliquer aux colonnes c1 à cm des tensions de commande telles que le point image $P_{i,j}$ à la croisée entre la ligne sélectionnée li et la colonne concernée cj va afficher un niveau de gris G souhaité. On choisit de disposer de 2^q niveaux de gris avec q entier. Le nombre q correspond au nombre de bits qui vont être utilisés pour coder le niveau de gris. Un codage sur huit bits par couleur permet une bonne restitution des niveaux de gris.

[0051] Pour pouvoir obtenir ces 2^q niveaux de gris, on choisit de disposer d'un ensemble de $2^n + 1$ ($n \geq 1$) tensions Vc0 à Vc 2^n ou bien VcN si $N = 2^n$ successives à appliquer aux colonnes c1 à cm de l'écran de visualisation matriciel. Cet ensemble de tensions à appliquer aux colonnes forme une suite strictement croissante. Les tensions de la suite sont regroupées en $N = 2^n$ couples de tensions, chacun étant formé de deux tensions consécutives de la suite (Vci, Vci+1). L'une des tensions Vci+1 permet d'afficher, au niveau d'un point image, une luminance plus forte que ne le
25 permet l'autre tension Vci.

[0052] On peut écrire que dans la suite croissante des tensions, les tensions d'un couple sont telles que:
 $V_{ci} = V_{ci+1} + \delta v_i$ et le signe de δv_i dépend du système de tensions choisi comme on l'a expliqué aux figures 4A, 4B. La différence de potentiel de VLS par rapport à Vci est inférieure à celle par rapport à Vci+1. Les écarts de tension δv_i peuvent être soit égaux, soit différents comme expliqué dans le document [7]. On a illustré schématiquement des
35 écarts de tension sensiblement égaux sur la courbe luminance/tension de la figure 5B.

[0053] On définit donc ainsi $2^n = N$ couples de tensions tels que (Vc0, Vc1), (Vc1, Vc2) ... (Vci-1, Vci),, (VcN-1, VcN), Vc0 représente la tension dont la différence de potentiel par rapport à la tension de sélection de ligne VLS correspond au seuil d'émission d'électrons Vs. L'application d'une tension de l'un des couples sur une colonne provoque immédiatement une émission de plus ou moins d'électrons selon la courbe luminance/tension illustrée sur la figure 5B.

[0054] Les 2^q niveaux de gris se répartissent en 2^{q-n} plages n de q niveaux de gris. À chaque couple de tensions Vci, Vci+1 est associé une des plages n de q niveaux de gris.

[0055] Le temps de sélection de ligne Tls est subdivisé en un ou plusieurs groupes T de $2^{(q-n)}$ intervalles de temps $[t_{i+1}, t_i]$ compris entre les instants t0 et t 2^{q-n} , avec q-n supérieur à un. Chaque groupe T a la même durée. Au sein d'un groupe T, les intervalles de temps t0 à t 2^{q-n} ont des durées différentes pour chaque couple de tensions (Vci, Vci+1).
45 Les intervalles de temps t0 à t 2^{q-n} d'un groupe T ont des durées qui suivent une loi non linéaire qui présente une fonction de transfert proche de l'inverse de celle ayant préalablement servi à coder les niveaux de gris pour la plage n de niveaux de gris correspondante.

[0056] Un niveau de gris donné G se trouve dans une des plages n de niveaux de gris et pour afficher ce niveau de gris G, on va utiliser le couple de tensions (Vci, Vci+1) qui est associé à la dite plage n de niveaux de gris.

[0057] Pour un groupe T d'intervalles de temps donné, on applique à une colonne Ci soit l'une des tensions du couple (Vci, Vci+1), par exemple Vci, pendant toute la durée du groupe, soit, dans un premier temps, on applique l'une des tensions par exemple Vci puis on commute en fin d'un intervalle de temps du groupe T, au moins une fois, de la tension précédente Vci à l'autre tension Vci+1 du couple.

[0058] La tension à appliquer à une colonne ci prend alors la première valeur Vci pendant un nombre entier d'intervalles de temps $[t_i, t_{i-1}]$ du groupe T et commute à la seconde valeur Vci+1 si nécessaire pendant le reste du temps du groupe si par exemple une seule commutation est prévue.

[0059] Les intervalles de temps compris entre les instants t 2^{q-n} et t0 dans le groupe d'intervalles de temps T ont des durées qui varient d'un couple de tensions à un autre selon une loi non linéaire présentant une fonction de transfert

proche l'inverse de celle ayant servi à coder les niveaux de gris.

[0060] Le premier couple de tensions (V_{c0} , V_{c1}) permet d'afficher la plage n des $2^q/2^n$ premiers niveaux de gris, le second couple de tensions (V_{c1} , V_{c2}) permet d'afficher la plage n des $2^q/2^n$ niveaux de gris suivants et ainsi de suite avec le couple de tensions (V_{cN-1} , V_{cN}) qui permet d'afficher la plage n des derniers $2^q/2^n$ niveaux de gris.

[0061] Un niveau de gris G , exprimé en base décimale, peut s'exprimer conformément à une loi non linéaire conforme à la perception de la luminance par l'oeil humain. Cette loi peut s'exprimer de la manière suivante :

$$G = (2^q - 1) \times 4,5 \times P_G \quad (1)$$

pour $P_G \leq 0,018$ et

$$G = [(1,099 \times P_G)^{0,45} - 0,099] (2^q - 1) \quad (2)$$

[0062] Pour $P_G > 0,018$

[0063] P_G représente le poids relatif normé à un que possède le niveau de gris codé.

[0064] Ces relations sont calquées sur la fonction de transfert de la loi dite de correction de gamma qui transforme une intensité de lumière variant linéairement, en un signal vidéo non linéaire pour que l'oeil humain en ait une perception aussi fidèle que possible. Cette loi non linéaire a été modélisée et est normalisée comme le document [8] dont les références se trouvent en fin de document le précise. Elle est représentée sur la figure 5A. La partie sensiblement linéaire correspond aux niveaux proches du noir correspondants à 8,1 % du signal correspondant au blanc et d'intensité inférieure ou égale à 1,8 % de la luminance du blanc.

[0065] Suivant le code G du niveau de gris à afficher, dans l'hypothèse où l'on commute une fois la tension pour appliquer ce niveau de gris, le temps d'application sur une colonne de la tension permettant d'afficher la plus forte luminance dans le couple V_{ci} , V_{ci+1} s'exprime par :

$$\Delta t = \tau (P_G - P_{G_{\text{inf}}}) / (P_{G_{\text{sup}}} - P_{G_{\text{inf}}}) \quad (3)$$

τ est la durée d'un groupe de 2^{q-n} intervalles de temps, P_G poids relatif (normé à un) du niveau de gris à afficher, $P_{G_{\text{sup}}}$ et $P_{G_{\text{inf}}}$ poids des niveaux de gris correspondants respectivement aux bornes supérieures et inférieures de la plage de niveaux de gris associée au couple de tensions V_{ci} , V_{ci+1} . Lorsqu'il n'y a qu'un seul groupe dans le temps de sélection de ligne, τ est égal à T_l . Le poids P_G est calculé en prenant l'inverse des formules (1) et (2) soit :

$$P_G = \frac{G}{(2^q - 1) \times 4,5} \text{ pour } P_G \leq 0,018 \quad (1')$$

Et

$$P_G = \left[\frac{\frac{G}{2^q - 1} + 0,099}{1,099} \right]^{1/0,45} \text{ pour } P_G > 0,018 \quad (2')$$

[0066] Les poids $P_{G_{\text{sup}}}$ et $P_{G_{\text{inf}}}$ sont calculés de la même manière à partir des niveaux de gris G_{sup} et G_{inf} qui bornent

la plage de niveaux de gris associée au couple de tensions. On peut écrire que :

[0067] $G_{inf}=G(i \times 2^{q-n})$ et $G_{sup}=G((i+1) \times 2^{q-n})$ avec i entier variant de 0 à $N-1$.

[0068] Ce temps Δt est donc codé suivant une loi non linéaire présentant une fonction de transfert proche de l'inverse de celle (1), (2) ayant servi à coder les niveaux de gris G pour la plage n de niveaux de gris considérée.

[0069] On suppose, dans l'exemple décrit, que le temps de sélection de ligne Tls ne comporte qu'un seul groupe d'intervalles de temps et que l'on applique d'abord la tension V_{c0} permettant d'afficher la plus faible luminance puis ensuite que l'on commute à la tension V_{c1} permettant la plus forte luminance pendant le reste du temps de Tls.

[0070] Le premier couple de tension (V_{c0} , V_{c1}) permet d'afficher les (2^{q-n}) premiers niveaux de gris. Le temps d'application de la tension V_{c1} permettant l'émission, suivant le code G du niveau de gris à afficher doit être tel que :

$$\Delta t = Tls \times \frac{P_G}{P_{G_{sup}}}$$

[0071] On va maintenant donner un premier exemple concret avec les mêmes hypothèses.

[0072] On souhaite afficher sur un point image un niveau de gris $G = 118$. Ce niveau de gris est codé sur huit bits soit $q=8$. Il existe $2^8 = 256$ niveaux de gris. On dispose de 2^n+1 niveaux de tension avec par exemple $n=2$ soit 5 niveaux de tension dénommées V_{c0} , V_{c1} , V_{c2} , V_{c3} , V_{c4} formant $N=4$ couples (V_{c0} , V_{c1}), (V_{c1} , V_{c2}), (V_{c2} , V_{c3}), (V_{c3} , V_{c4}) dont le rang va de 1 à 4. Le temps de sélection de ligne Tls se subdivise en un groupe T de $2^{q-n} = 2^6 = 64$ intervalles de temps dont les bornes vont de t_{64} à t_0 . Ces intervalles de temps (par exemple t_{62} - t_{63}) ou échantillons ont des durées différentes pour chaque couple de tensions et ces durées sont à calculer selon la formule (3). En fait, cette formule permet de placer les bornes de ces intervalles de temps par rapport à la durée de sélection de ligne Tls.

[0073] Le code binaire correspondant au niveau de gris $G=118$ en base 10 est :

01 110101

↓ ↓

n $q-n$

[0074] Les n premiers bits de poids fort renseignent sur le couple de tensions qui va servir pour commander la colonne qui doit être adressée pour afficher le niveau de gris G . Dans notre exemple les n bits de poids fort valent 01. Il s'agit du couple (V_{c1} , V_{c2}) de rang 2, qui va servir. Si ces n bits de poids fort avaient été 00, on aurait pris le couple (V_{c0} , V_{c1}) de rang 1. Si ces n bits de poids avaient été 11, on aurait utilisé le couple (V_{c2} , V_{c3}) de rang 3. Plus généralement la valeur Y en décimal des n bits de poids fort conduit à l'utilisation du couple de tensions de rang $Y+1$. Le couple (V_{c1} , V_{c2}) de l'exemple permet d'afficher la plage de niveaux de gris dont les bornes sont 64 et 128.

[0075] On va calculer l'inverse P_{118} du code 118 du niveau de gris considéré.

$$P_{118} = \left(\frac{\frac{118}{256-1} + 0,099}{1,099} \right)^{1/0,45} = 0,225.$$

[0076] P_{118} a été calculé avec la formule (2').

[0077] Les $q-n$ bits de poids faible 110101 correspondent à 53 en base 10. Ils indiquent à quel instant la commutation de la tension V_{c1} à la tension V_{c2} va survenir. Elle va survenir à l'instant t_{53} qui est la borne supérieure de l'intervalle de temps $[t_{54}, t_{53}]$.

[0078] On peut également calculer le temps d'application de la tension du couple déterminé (V_{c1} , V_{c2}) permettant d'afficher la plus forte luminance soit V_{c2} .

$$P_{G_{inf}} = P_{64} = 0,0786$$

$$P_{G_{sup}} = P_{128} = 0,2615$$

P_{64} et P_{128} ont été calculés avec la formule (2').

$$\Delta t = Tlsx \left(\frac{0,225 - 0,0786}{0,2615 - 0,0786} \right) = 0,8xTls$$

5

[0079] La tension Vc2 sera appliquée pendant 80% du temps de sélection de ligne Tls entre les instants t53 et t0 de la durée de sélection de ligne Tls tandis que la tension vc1 ne sera appliquée que pendant 20% du temps de sélection de ligne Tls entre les instants t64 et t53.

10 **[0080]** On a représenté sur la figure 6A un premier exemple simplifié du signal à appliquer à une ligne pour la sélection et du signal à appliquer à une colonne pour que le point image à l'intersection de la ligne et de la colonne affiche un niveau de gris codé 11 en décimal. Pendant le temps de sélection de ligne Tls compris entre t8 et t0, une ligne sélectionnée voit la tension qui lui est appliquée passer de VLNS à VLS en début de temps t8 et revenir à VLNS en fin de temps t0. On suppose que l'on choisit q=5 et que l'on dispose de $2^5 = 32$ niveaux de gris.

15 **[0081]** On suppose que n=2 et que l'on dispose donc de $2^{n+1} = 5$ valeurs de tensions Vc0, Vc1, vc2, Vc3, Vc4 réparties en N=4 couples (Vc0, Vc1), (Vc1, vc2), (vc2, Vc3), (Vc3, Vc4). Ces tensions sont rangées par ordre décroissant de Vc0 à Vc4 dans cet exemple. La tension Vc0 est telle que VLS-Vc0 correspond au seuil d'émission d'électrons de l'écran de visualisation matriciel mis en jeu. Avec la tension Vc0 des électrons sont émis mais en niveau très faible pouvant être insuffisant en fonction de l'ambiance lumineuse extérieure pour avoir une perception de la luminance associée.

[0082] La tension Vc4 permet d'afficher la plus forte luminance.

20 **[0083]** Le code binaire du niveau de gris codé G=11 est :
01 011

[0084] Les n=2 bits de poids fort 01 renseignent sur le couple de tension à mettre en jeu pour l'affichage de ce niveau de gris. Le couple de tension à utiliser est donc le second (Vc1 Vc2).

25 **[0085]** Les bits de poids faible 011 renseignent sur l'instant où se fera la commutation de l'une des tensions Vc1 à l'autre Vc2.

[0086] Les bits de poids faible 011 correspondent à 3 en base décimale. Pendant le temps de sélection de ligne Tls, on distingue $2^{q-n} = 8$ intervalles de temps bornés par les instants t8, t7, t6, t5, t4, t3, t2, t1 et t0. Pour chaque couple de tension, les instants t7 à t1 sont positionnés entre t8 et t0 suivant les calculs de Δt expliqués plus haut.

30 **[0087]** Dans cet exemple, les intervalles de temps successifs ont des durées décroissantes mais bien entendu ils auraient pu avoir des durées croissantes. On pourrait envisager, en variante, que la répartition des intervalles de temps corresponde à celle de la partie comprise entre t0 et t8 de la figure 6B à la différence près que l'intervalle de temps [t8,t0] serait égal au temps de sélection de ligne T1s et pas à sa moitié.

[0088] En revenant à l'exemple illustré sur la figure 6A, on a vu que les bits de poids faible 011 représentent 3 en base dix, cela implique que la commutation de la tension Vc1 à la tension Vc2 se fera à l'instant t3, à l'issue de l'intervalle de temps qui va de t4 à t3.

35 **[0089]** Dans l'autre exemple issu de la figure 6B, la commutation de la tension Vc2 à la tension Vc1 se ferait à l'instant t3, à l'issue de l'intervalle de temps qui va de t2 à t3.

40 **[0090]** Les différents instants de commutation possibles d'une tension à l'autre peuvent être pilotés par des signaux en impulsions issus d'un contrôleur d'écran 21 en réponse par exemple à une table de conversion 11 comme illustré sur la figure 8B. Ces impulsions peuvent être utilisées par des moyens de comptage 13 qui en fonction des bits de poids faible du niveau de gris à afficher et donc du couple de tensions approprié déterminera l'instant ou les instants où doit avoir lieu une commutation. A chaque couple de tension sera associé un signal spécifique porteur de tous les instants de commutation possibles. Seul un ou quelques de ces instants seront activés en fonction du niveau de gris à afficher, les autres seront neutralisés.

45 **[0091]** Le quadrillage en pointillés représente les différents instants de commutation possibles pour chacun des couples de tension et le chiffre inscrit dans chaque case représente le niveau de gris obtenu, exprimé en base décimale, si une commutation intervient dans un couple de tension de la tension permettant d'afficher la luminance la plus basse vers la tension permettant d'afficher la luminance la plus haute.

50 **[0092]** Le trait en gras montre l'allure du signal à appliquer à une colonne pour obtenir sur un point image, situé à la croisée de cette colonne et d'une ligne sélectionnée, le niveau de gris codé 11. Les cases portant les chiffres 0, 8, 16, 24, c'est-à-dire de la forme 2^k , représentent les niveaux de gris obtenus sans commutation. Pour obtenir le niveau de gris 0, la tension reste pendant tout le temps de sélection de ligne T1s à Vc0, pour le niveau de gris 8, la tension reste à Vc1 et ainsi de suite.

55 **[0093]** Il est bien sûr possible de prévoir dans la durée de sélection de ligne Tls plusieurs groupes d'intervalles de temps. La figure 6B illustre une variante avantageuse de mise en oeuvre de l'invention dans laquelle le temps de sélection de ligne T1s est subdivisé en deux groupes égaux T1, T2 de 2^{q-n} intervalles de temps. Dans ces deux groupes la répartition des 2^{q-n} intervalles de temps est symétrique par rapport au milieu du temps de sélection de ligne Tls. Le premier groupe T1 est borné par les instants t0 à t8 et le second groupe est borné par les instants t8' (=t8) et t0'.

[0094] Pour afficher le niveau de gris codé 11, comme précédemment on utilise le couple de tensions (V_{c1} , V_{c2}). Pendant le premier groupe T1 d'intervalles de temps, la tension V_{c2} s'applique de l'instant t_0 à l'instant t_3 , puis il y a commutation à la tension V_{c1} . La tension V_{c1} s'applique de l'instant t_3 à l'instant t_8 . Pendant le second intervalle de temps T2, la tension V_{c1} s'applique de l'instant t_8 à l'instant t_3' , puis il y a commutation à la tension V_{c2} . La tension V_{c2} s'applique de l'instant t_3' à l'instant t_0' . Le signal qui s'applique aux colonnes est symétrique par rapport à l'instant t_8 ou t_8' , ces deux instants étant confondus.

[0095] Sur les figures 6A et 6B, les instants référencés correspondent à ceux du couple de tension V_{c3} , V_{c4} .

[0096] Cette variante permet d'obtenir une répartition des temps de montée et de descente qui évite les appels de courants de commutation commun à toutes les colonnes.

[0097] Pour s'affranchir de distorsions inévitables dues aux temps de montée et de descente des signaux à appliquer aux lignes de l'écran de visualisation, il est possible que le temps de sélection de ligne Tls pris en compte pour la commande des signaux sur les colonnes corresponde à la durée pendant laquelle le signal de sélection de ligne est bien établi, c'est-à-dire a atteint son niveau VLS et que par conséquent que l'on fasse abstraction de temps morts d'extrémité t_m correspondants respectivement aux fronts de montée et de descente du signal lorsqu'il passe du niveau VLNS de non sélection au niveau de sélection VLS et vice-versa. Le temps de sélection de ligne est alors exempt de temps mort d'extrémité et donc de transitoire de tension.

[0098] La figure 7 illustre sous forme de chronogrammes (7A à 7F) les signaux mis en jeux pour la commande d'un écran de visualisation matriciel dans l'exemple de la figure 6B avec prise en compte des temps morts.

[0099] Le chronogramme 7A est un signal d'horloge ligne HL dont le front montant est destiné à déclencher une transition du signal à appliquer aux lignes : passage de VLNS à VLS ou l'inverse.

[0100] Le signal à appliquer sur les lignes est illustré par le chronogramme 7D. Il est généré par le générateur de balayage des lignes. Les traits pleins montrent le signal à appliquer sur une ligne qui est sélectionnée et les signaux en traits pointillés illustrent les signaux qui s'appliquaient sur la ligne précédente et qui vont s'appliquer sur la ligne suivante.

[0101] Le chronogramme 7B illustre un signal en impulsions LC qui commande le chargement des données relatives aux colonnes à commander. A chaque front montant d'impulsion, le générateur de tension de pilotage des colonnes bascule la colonne d'un point image donné de la tension qu'il avait au temps de sélection de ligne précédent à la tension qu'il doit prendre en début du temps de sélection de ligne en cours.

[0102] Le chronogramme 7C illustre le signal CC qui va permettre au signal à appliquer aux colonnes de s'affranchir des temps morts d'extrémité t_m . La partie positive de ce signal correspond au temps Tls utilisé pour coder les niveaux de gris. Le signal s'applique au générateur d'impulsions 11 (décrit ultérieurement sur les figures 8) pour valider le temps utile de la série d'impulsions comme illustré par le chronogramme 7F.

[0103] Le chronogramme 7E donne l'allure du signal à appliquer sur une colonne devant afficher le niveau de gris représenté à la figure 6B. Dès le début du temps de sélection de ligne exempt de temps mort d'extrémité t_m , la tension appliquée à la colonne est V_{c2} , la colonne garde cette tension pendant une durée $D1t$ puis commute à la tension V_{c1} , elle garde cette tension puis commute à la tension V_{c2} avec une avance de $D1t$ par rapport à la fin du temps de sélection de ligne Tls exempt du temps mort d'extrémité t_m .

[0104] La tension appliquée sur cette même colonne va ensuite servir à commander un point image se trouvant à la croisée de cette colonne et de la ligne suivante qui est maintenant sélectionnée. On lui applique une fois le temps mort d'extrémité t_m écoulé une tension V_{cj+1} pendant une durée $D2t$ puis commute à la tension V_{cj} , elle garde cette tension V_{cj} puis commute à la tension V_{cj+1} avec une avance de $D2t$ par rapport à la fin du temps de sélection de ligne Tls exempt du temps mort d'extrémité t_m .

[0105] Le chronogramme 7F illustre une série d'impulsions prise parmi les 2^n séries qui sont associées à chaque couple de tensions (V_{ci} , V_{ci+1}). Les impulsions sont produites par un générateur d'impulsions 11 pour générer le basculement entre les deux tensions via un multiplexeur 12, un compteur 13 et un comparateur 14 décrits par la suite à la figure 8B.

[0106] On va maintenant s'intéresser à un dispositif de commande d'un écran 25 de visualisation matriciel permettant d'afficher des niveaux de gris en se référant aux figures 8A, 8B. L'écran 25 comporte des lignes li et des colonnes cj qui se croisent et dont les intersections forment des points images Pi,j .

[0107] Le dispositif de commande comporte un générateur de balayage des lignes 22 et un générateur de tensions de pilotage des colonnes 23. Le générateur de tensions de pilotage des colonnes 23 est relié à une source de données numériques 20 apte à fournir des mots binaires représentant les codes des 2^q niveaux de gris à afficher, à un contrôleur d'écran 21 et à un générateur de 2^{n+1} (ou $N+1$) tensions discrètes 24. Ces mots binaires sont codés sur q bits selon la courbe de réponse de l'oeil humain. Le contrôleur d'écran 21 est aussi relié au dispositif de balayage des lignes 22 (non visible sur la figure 8B). Le contrôleur d'écran 21 reçoit des signaux de synchronisation de la source de données 20, il gère et fournit des signaux propres à piloter le générateur de balayage des lignes 22 et le générateur de tensions de pilotage des colonnes 23.

[0108] Les mots binaires fournis par la source de données 20 possèdent q bits, ils se décomposent en deux sous-mots dont l'un est formé de n bits de poids fort et l'autre est formé de $q-n$ bits de poids faible. Le sous-mot formé des n

bits sert à déterminer le couple de tensions à employer selon le niveau de gris à afficher. Le sous-mot formé des q-n bits de poids faible traduit un instant de commutation d'une tension du couple à l'autre.

[0109] Le générateur de tensions de pilotage des colonnes 23 comporte autant de sortie que de colonnes. Chaque sortie Cout du générateur de tensions de pilotage des colonnes 23 est pilotée par un circuit de commande 16 comportant N+1 commutateurs analogiques CA dont les sorties sont toutes reliées à la colonne de la voie considérée, les entrées de validation de ces commutateurs CA étant pilotées par un étage de logique combinatoire 15 recevant d'une part le sous-mot formé des n bits de poids fort représentant le niveau de gris à afficher et d'autre part par un signal issu d'un compteur 13 initialisé à chaque temps de ligne Tls et fournissant l'indice de la séquence d'adressage à l'intérieur du temps de sélection de ligne Tls. Ce compteur 13 reçoit lui même une série de 2^{q-n} impulsions par temps de ligne Tls, cette série d'impulsions non linéairement réparties étant choisie parmi 2^n séries selon les n bits de poids fort du niveau de gris à afficher. Les séries d'impulsions sont fournies par exemple par un circuit de type table de conversion (connu sous la dénomination de look up table ou LUT) associé à un compteur remis à zéro à chaque début de temps de sélection de ligne Tls. Les temps Δt entre le début du temps de sélection de ligne et chacune des impulsions fournies sont conformes à ceux exprimée par les formules (1), (2), (3). L'étage de logique combinatoire 15 permet de sélectionner un couple de tensions à partir des n bits de poids fort puis de basculer de la tension Vci à Vci+1 lorsque le compteur 13 atteint la valeur correspondant au q-n bits de poids faible du mot binaire correspondant au niveau de gris à afficher.

[0110] Plus précisément, comme représenté sur la figure 8B, le contrôleur d'écran 21 fournit au générateur d'impulsions 11 les signaux de contrôle LC (chronogramme 7B) et CC (chronogramme 7C) de la figure 7. La source de données numériques 20 fournit les mots de données codés sur q bits selon la source de réponse de l'oeil humain et les signaux de synchronisation nécessaires. Les données sont classiquement réceptionnées par un dispositif 10 incluant pour chaque colonne un registre à décalage associé à des bascules de mémorisation pour les différentes voies à piloter. Par ailleurs chaque sortie Cout du générateur de tensions de pilotage des colonnes 23 doit pouvoir commuter entre deux tensions fournies par le générateur de N+1 tensions discrètes 24.

[0111] Le générateur d'impulsions 11 produit sur ses 2^n sorties des séries d'impulsions non linéairement réparties correspondant aux instants t_0 à $t_{2^{q-n}}$ (chronogramme 7F) pour respectivement chaque couple de tensions (Vci, Vci+1). Il est connecté en sortie au multiplexeur 12 recevant par ailleurs en adresse les n bits de poids fort du mot binaire de q bits représentant le niveau de gris à afficher délivré par la source de données 20. Le multiplexeur 12 permet d'aiguiller vers le compteur 13 la série d'impulsions correspondant au couple de tensions déterminé par les n bits de poids fort. La sortie du multiplexeur 12 sert d'horloge au compteur 13 qui est remis à zéro au début du temps de sélection de ligne par le contrôleur d'écran 21. Le compteur 13 de q-n bits est relié en sortie à un comparateur 14 qui assure une comparaison entre le mot de q-n bits fourni par le compteur 13 et les q-n bits de poids faible du mot binaire fourni par la source de données 20. La sortie du comparateur 14 change d'état lorsque la valeur comptée par le compteur 13 devient égale ou supérieure à la valeur issue de la source de données 20. La sortie du comparateur 14 est envoyée à l'étage de logique combinatoire 15 recevant par ailleurs les n bits de poids fort, pour piloter le passage de la tension Vci (sélectionnée par les bits de poids fort) à la tension Vc+1. Ce passage est assuré par le circuit de commande 16 comportant les commutateurs analogiques CA dont les sorties forment une sortie Cout du générateur de tensions de pilotage des colonnes 23, cette sortie étant à relier à une colonne de l'écran de visualisation 25, un seul des commutateurs CA étant fermé à la fois.

[0112] Un avantage du procédé de l'invention par rapport aux procédés conventionnels avec modulation temporelle de la tension est que les colonnes reçoivent moins d'informations à gérer pour une même qualité d'image mais également que l'utilisation du temps est optimisée. Pour exemple, dans un système à deux niveaux de tension (PWM classique), pour transcrire une image vidéo numérique en qualité HDTV 1080p, il faut au moins 12 bits pour un temps ligne d'environ 15 μ s. Une division linéaire du temps donne un intervalle d'échantillon de $15/2^{12} \approx 3,7$ ns. Le passage à 8 bits augmente ce temps d'un facteur 16.

[0113] Plus précisément, dans le système de tension de la figure 4A, le blanc correspondant au niveau 255 pour un codage sur 8 bits est obtenu sur le point image considéré, lors du temps de sélection de ligne Tls, en appliquant la tension VLS sur la ligne et la tension minimum, par exemple VLNS = 0 Volt sur la colonne. En première approximation, pour obtenir le gris de niveau 254, il faut alors diminuer le temps d'excitation de la colonne de :

$$\Psi = Tls \left[1 - \left(\frac{G}{255} \right)^\gamma \right]$$

avec $G=254$, G étant le code du niveau de gris à afficher et γ valant environ 2,5.

Pour un temps de sélection de ligne Tls de 15 μ s, Ψ vaut environ 150ns. Tous les autres niveaux de gris G (variant de 0 à 254) sont obtenus avec des durées plus longues puisque les nuances de rang inférieurs sont obtenues en prolongeant

cette diminution du temps d'excitation. Le choix de G valant 255 donne $\Psi = 0$ et la tension V_{cN+1} est maintenue pendant tout le temps de sélection de ligne TIs. Dans le procédé de l'invention, la durée d'impulsion la plus courte est donc 40 fois plus longue que celle à mettre en oeuvre avec un procédé linéaire.

[0114] En résumé, le procédé selon l'invention permet d'augmenter la durée entre commutation tout en diminuant la consommation capacitive en minimisant les transitions de tensions appliquées aux colonnes lors du passage d'une ligne adressée à la suivante. Selon le niveau de gris à afficher, dans un couple de tension, on prévoit une commutation à des temps répartis sur des échelles non linéaires bien définies. Les bits de poids faibles du niveau de gris piloteront la réponse temporelle pour le niveau sélectionné alors que les bits de poids fort serviront aux choix des couples de tensions. Les valeurs des tensions seront préréglées de manière à obtenir une réponse homogène en luminance d'une tension à la suivante dans la suite. La réponse en tension d'une source d'électrons étant voisine de l'inverse de la fonction de transfert de correction de gamma, l'étagement des tensions peut s'établir avec des différences successives relativement proche les unes des autres.

[0115] Le procédé de l'invention n'est pas limité aux écrans de visualisation affichant des images de type vidéo, il peut s'appliquer à la commande d'un écran de visualisation n'affichant pas de signaux vidéo comme les écrans d'ordinateurs personnels. Dans ce cas, on dispose de signaux à appliquer aux colonnes qui sont linéairement codés. On peut en extraire par une table de conversion LUT les codes correspondants à la correction de gamma, afin d'afficher distinctement toutes les nuances de gris en réduisant le nombre d'échantillons (et donc avec des durées d'échantillon plus importantes).

[0116] Bien que plusieurs modes de réalisation de la présente invention aient été représentés et décrits de façon détaillée, on comprendra que différents changements et modifications puissent être apportés sans sortir du cadre de l'invention.

DOCUMENTS CITES

[0117]

[1] "Ecrans fluorescents à micropointes" de R. Baptist (L'onde électrique, Novembre-Décembre 1991, volume 71, n°6, pages 36-42).

[2] "Flat panel displays based on surface conduction electron emitters" de K. Sakai et al. (Proceedings of the 16th international display research conference, ref.18.3L., pages 569-572).

[3] "Carbon nanotubes FED elements" de S. Uemura et al. (SID 1998 Digest, pages 1052-1055).

[4] "Microtips displays addressing" de T. Leroux et al. (SID 91 Digest, pages 437-439).

[5] FR-A-2 633 764.

[6] EP-A-1 005 012.

[7] EP-A-0 635 819.

[8] Recommendation ITU-R BT.709, Basic Parameter Values for the HDTV Standard for the Studio and for International Programme Exchange (1990) [formerly CCIR Rec. 709]. (Geneva: ITU, 1990).

[9] "The rehabilitation of gamma" de Charles Poynton. (Human Vision and Electronic Imaging III, Proceedings of SPIE/IS&T Conference 3299, San Jose, Calif., Jan. 26-30, 1998 (Bellingham, Wash.: SPIE, 1998)).

Revendications

1. Procédé de commande d'un écran de visualisation matriciel avec des lignes (li) et des colonnes (cj) dont les intersections forment un point d'image (Pi,j), comprenant l'application à une ligne d'une tension de sélection de ligne (VLS) pendant un temps de sélection de ligne (TIs) et simultanément à une colonne d'une tension correspondant à un niveau de gris (G) à afficher au point image associé, **caractérisé en ce que**, ledit niveau de gris étant choisi parmi 2^n niveaux et numériquement codé suivant une loi non linéaire conforme à la perception de la luminance par un oeil humain, les différentes tensions (V_{ci} , V_{ci+1}) à appliquer aux colonnes sont choisies dans une suite strictement croissante de (2^n+1) tensions avec n entier ≥ 1 , ces tensions étant réparties en $N=2^n$ couples de tensions consécu-

tives, chaque couple permettant d'afficher une plage de niveaux de gris et **en ce que** le temps de sélection de ligne (Tls) est subdivisé en un ou plusieurs groupes de $2^{(q-n)}$ intervalles de temps avec (q-n) entier >1, chaque groupe ayant la même durée, la répartition de ces $2^{(q-n)}$ intervalles de temps dans un groupe se faisant, pour un couple de tensions, suivant une loi non linéaire présentant une fonction de transfert proche de l'inverse de celle ayant préalablement servi à coder les niveaux de gris pour la plage de niveau de gris correspondante, la tension appliquée à une colonne, pour un couple de tensions et un groupe d'intervalles de temps, soit prenant l'une des valeurs du couple de tensions pendant toute la durée du groupe, soit commutant au moins une fois, au cours de la durée du groupe, en fin d'un intervalle de temps, d'une valeur à l'autre du couple de tensions.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la loi de codage d'un niveau de gris G est telle que :

$$G = (2^q - 1) \times 4,5 \times P_G$$

pour $P_G \leq 0,018$ et

$$G = [(1,099 \times P_G)^{0,45} - 0,099] (2^q - 1)$$

pour $P_G > 0,018$, P_G étant un poids relatif attribué au niveau de gris.

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** pour un couple de tensions, une plage de niveaux de gris, un groupe d'intervalles de temps et un niveau de gris à afficher donnés, la tension du couple conduisant à la luminance la plus forte est appliquée pendant un intervalle de temps donné par :

$\Delta t = \tau (P_G - P_{Ginf}) / (P_{Gsup} - P_{Ginf})$ avec τ durée d'un groupe de 2^{q-n} intervalles de temps, P_G poids du niveau de gris à afficher, P_{Gsup} et P_{Ginf} poids des niveaux de gris correspondants respectivement aux bornes supérieures et inférieures de la plage de niveaux de gris associée au couple de tensions.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** lorsque le temps de sélection de ligne est subdivisé en deux groupes d'intervalles de temps, les intervalles de temps dans les deux groupes sont répartis symétriquement par rapport au milieu du temps de sélection de ligne.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** pendant le temps de sélection de ligne la tension de sélection de ligne est exempte de transitoire de tension.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'écran est un écran plat à source d'électrons.

7. Dispositif de commande d'un écran de visualisation matriciel selon le procédé des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'il** comporte :

une source de données numériques (20) apte à fournir des mots binaires codés sur q bits selon la loi non linéaire conforme à la perception de la luminance par un oeil humain et représentant les codes des 2^q niveaux de gris à afficher,

un contrôleur d'écran (21) recevant des signaux de synchronisation de la source de données (20) et gérant des signaux propres à piloter un générateur de balayage des lignes (22) et un générateur de tensions de pilotage des colonnes (23) qui reçoit pour chaque colonne les codes des niveaux de gris à afficher et qui permet de générer, à partir d'un générateur de tensions discrètes (24), les tensions des couples de tension, et de commuter si nécessaire d'une tension à l'autre dans un couple et **en ce que**

les mots binaires sont subdivisés en deux sous-mots l'un de n bits correspondant aux bits de poids fort et l'autre de q-n bits correspondant aux bits de poids faible, le générateur de tensions de pilotage des colonnes (23) comportant pour chaque colonne un étage de logique combinatoire (15) commandant une série (16) de commutateurs analogiques (CA) pour présélectionner un couple de tensions délivré par le générateur de tensions discrètes (24) à partir des n bits de poids fort d'un mot binaire et d'un signal issu d'un compteur (13) initialisé à chaque temps de sélection de ligne et pour basculer de l'une des tensions à l'autre du couple lorsque le compteur (13) a atteint la valeur correspondant aux q-n bits de poids faible du mot binaire.

8. Dispositif de commande selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le compteur (13) reçoit une série d'impulsions non linéairement réparties correspondant au couple de tensions venant d'un générateur d'impulsions (11) relié au contrôleur d'écran via un multiplexeur (12) recevant par ailleurs en adresse les n bits de poids fort du mot binaire délivré par la source de données (20).

5 9. Dispositif de commande selon l'une des revendications 7 ou 8, **caractérisé en ce que** l'étage de logique combinatoire (15) reçoit les n bits de poids fort du mot binaire délivré par la source de données (20) via un registre à décalage associé à des bascules de mémorisation (10).

10 10. Dispositif de commande selon l'une des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** l'étage de logique combinatoire (15) est relié au compteur (13) via un comparateur (14) qui assure une comparaison entre le signal issu du compteur (13) et les q-n bits de poids faible du mot binaire délivré par la source de données (20).

15

20

25

30

35

40

45

50

55

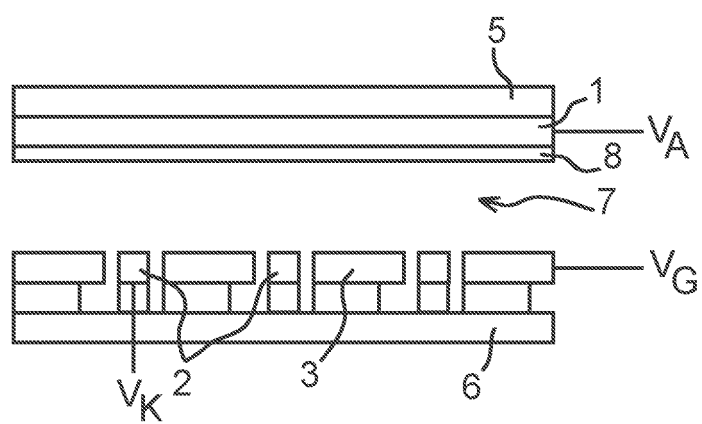


FIG. 1

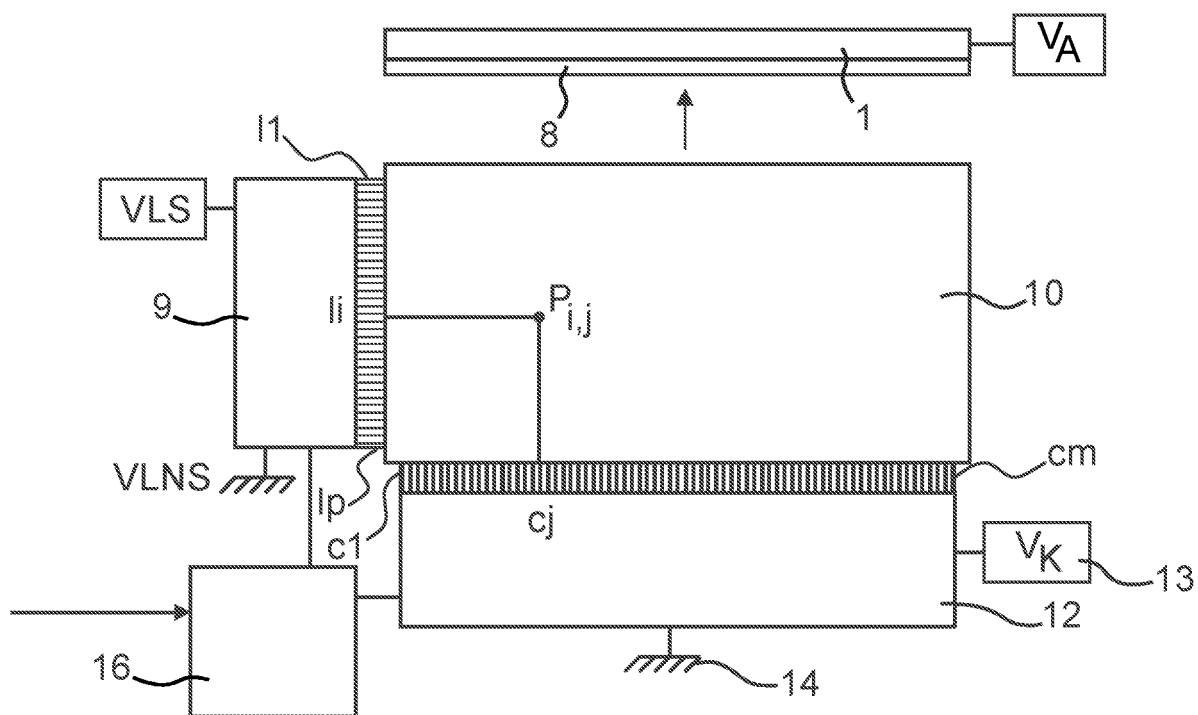
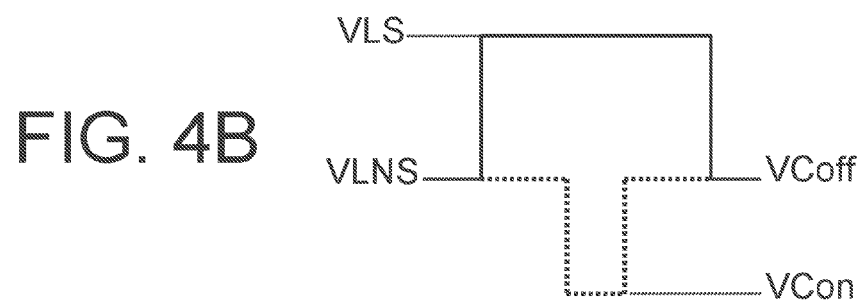
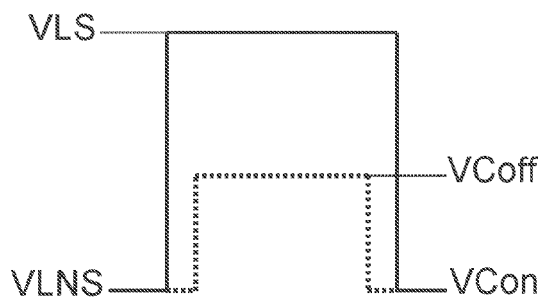
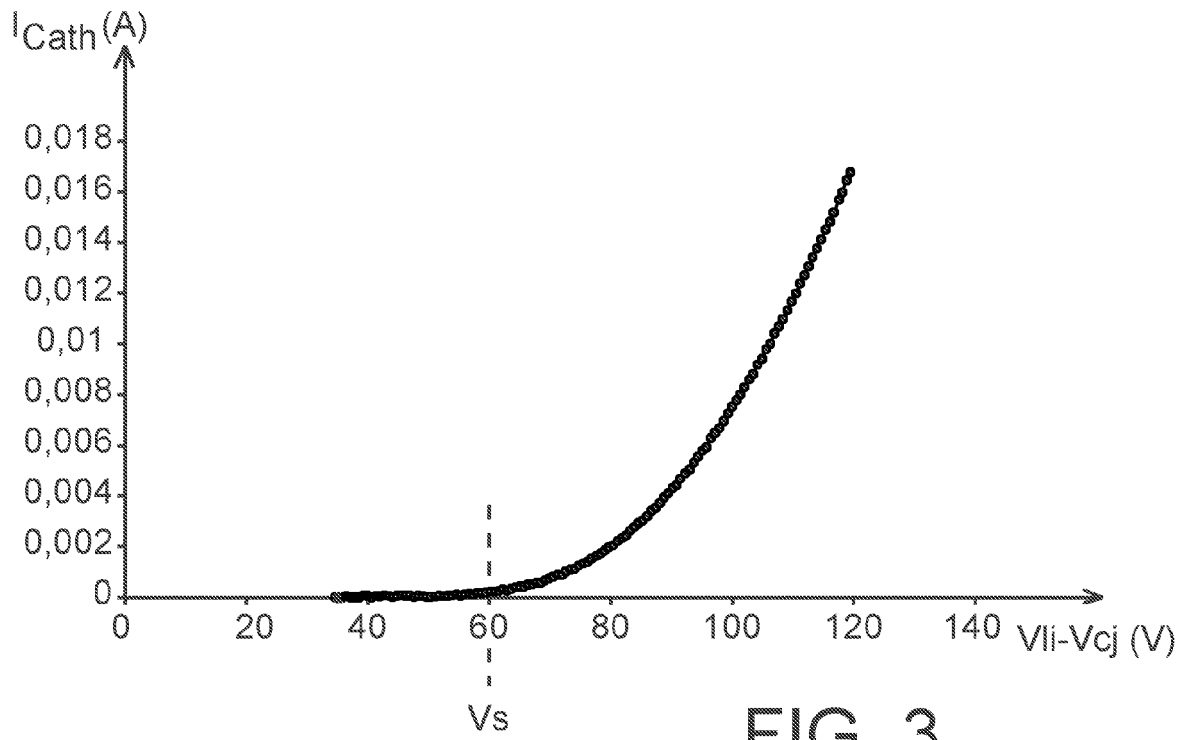


FIG. 2



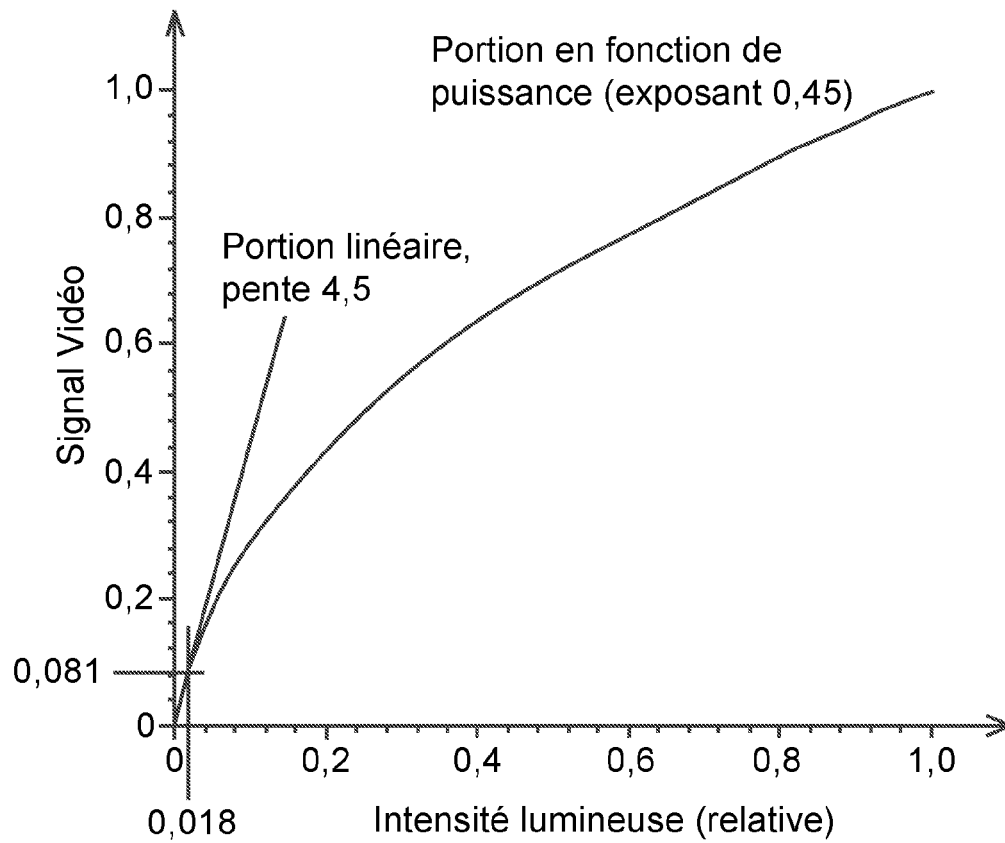


FIG. 5A

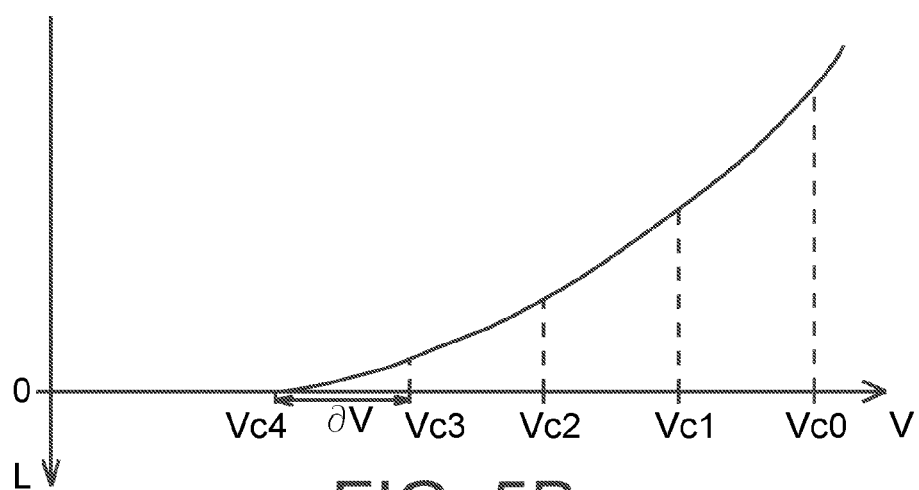


FIG. 5B

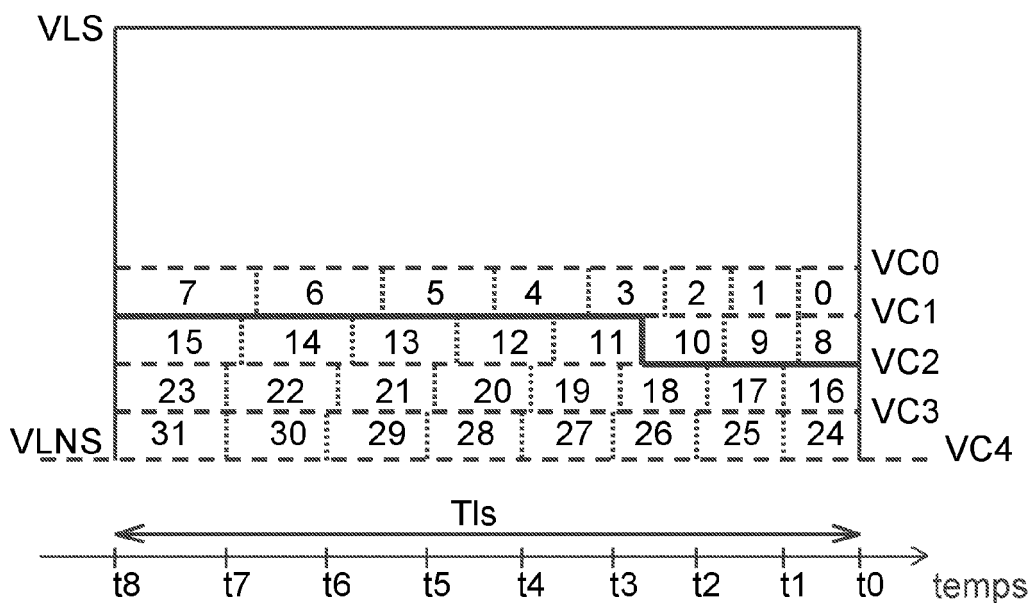


FIG. 6A

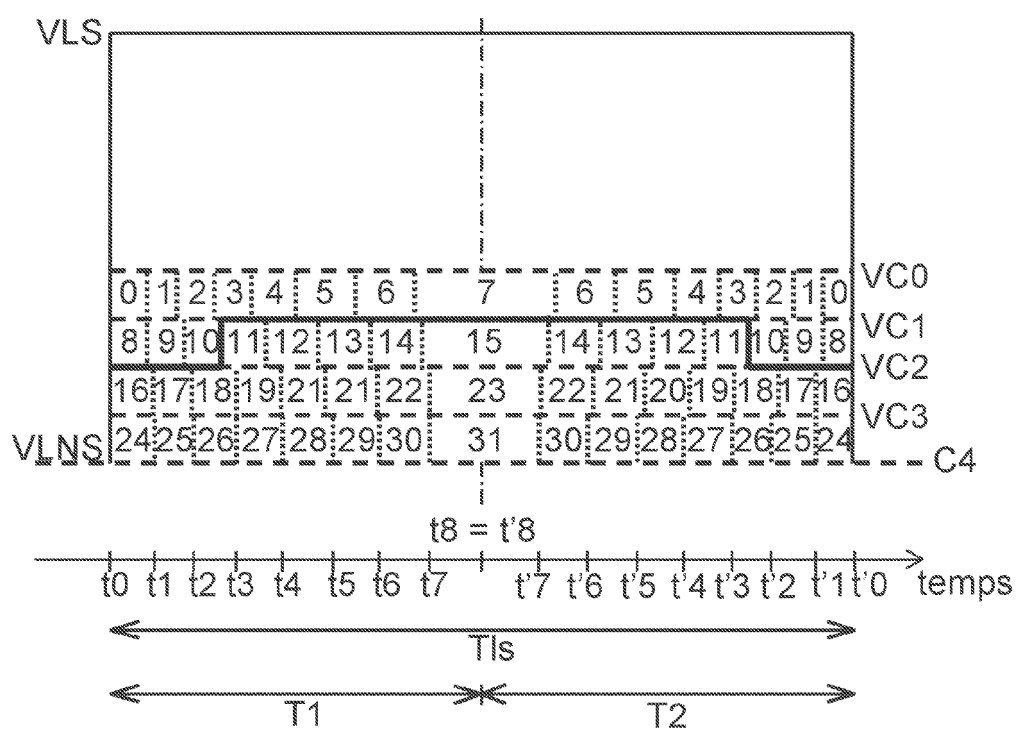


FIG. 6B

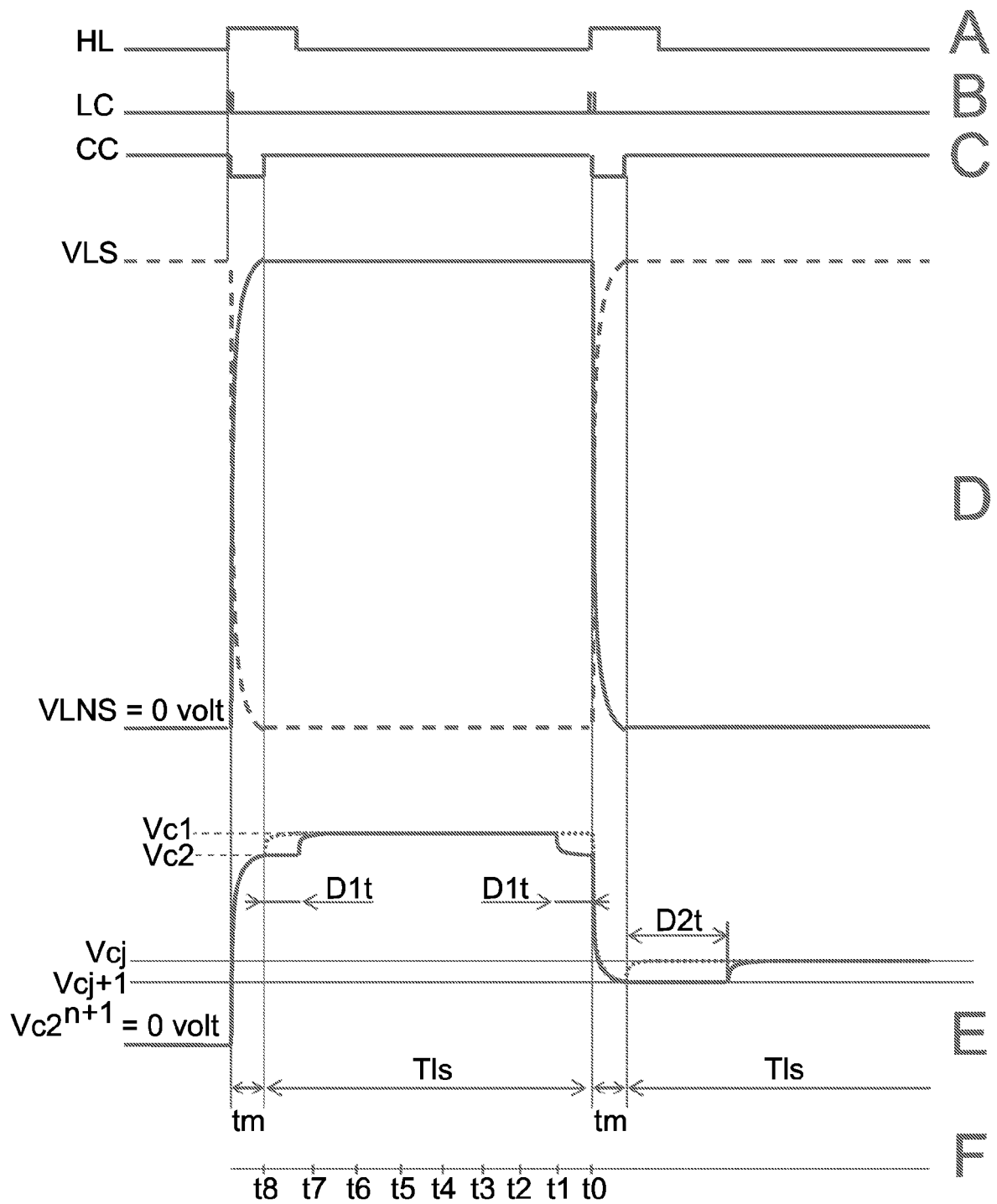


FIG. 7

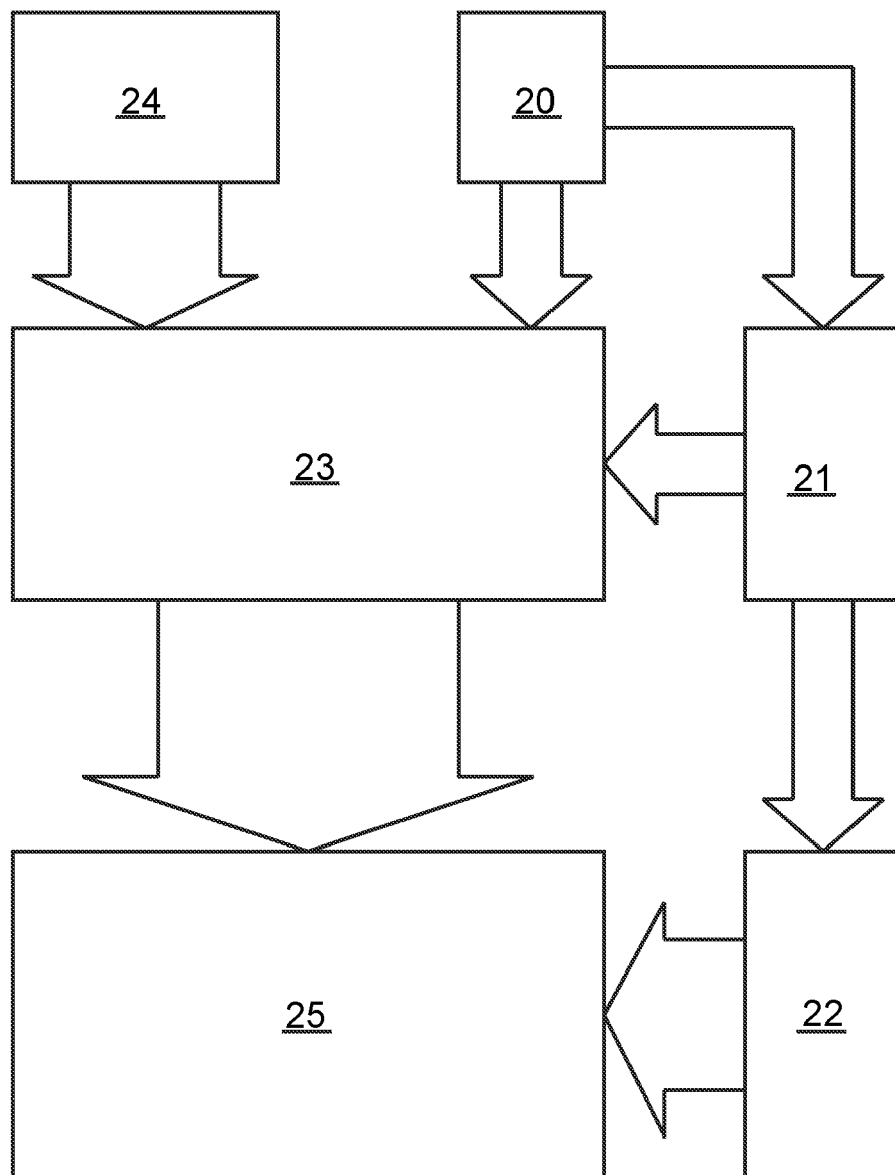


FIG. 8A

