



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

 (51) Int. Cl.³: G 02 F
G 04 G

 1/17
9/08

Demande de brevet déposée pour la Suisse et le Liechtenstein
 Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

 (12) **FASCICULE DE LA DEMANDE** A3

(11)

628 200 G

(21) Numéro de la demande: 1535/79

 (71) Requéant(s):
Ebauches S.A., Neuchâtel

(22) Date de dépôt: 16.02.1979

 (72) Inventeur(s):
Hubert Portmann, Colombier NE

(42) Demande publiée le: 26.02.1982

 (44) Fascicule de la demande
publié le: 26.02.1982

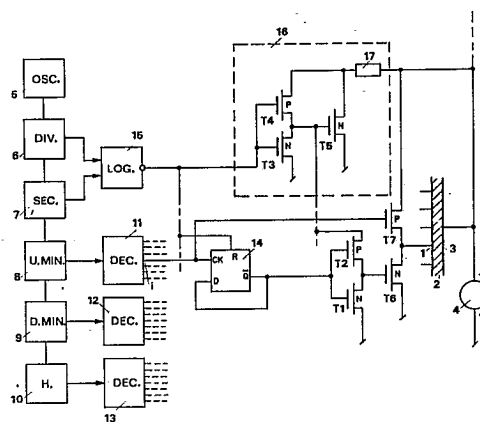
(56) Rapport de recherche au verso

(54) Procédé d'alimentation et de commande de cellules d'affichage électrochromique.

(57) Chaque cellule d'affichage électrochromique comprend plusieurs segments d'électrodes (1) disposés en relation avec une contre-électrode commune (3) pour figurer des symboles différents suivant ceux des segments (1) auxquels on confère un état coloré ou un état effacé par application d'un courant dans un sens ou dans l'autre entre lesdits segments (1) et ladite contre-électrode (3).

Pour l'un des sens de changement d'état entre l'état coloré et l'état effacé, on commande, sélectivement pour chacun des segments (1), la fermeture de circuits individuels d'alimentation comprenant chacun des moyens (T6) pour imposer une valeur constante à l'intensité du courant qui le traverse. L'autre sens de changement d'état est commandé par la mise en court-circuit individuel des segments (1) et de la contre-électrode (3).

L'invention s'applique en particulier à l'affichage des informations horaires dans des montres.





RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:
Patentgesuch Nr.:

CH 1 535/79

I.I.B. Nr.:

HO 13595

Documents considérés comme pertinents Einschlägige Dokumente		
Catégorie Kategorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes. Kennzeichnung des Dokuments, mit Angabe, soweit erforderlich, der massgeblichen Teile	Revendications con- cernées Betrifft Anspruch Nr.
X	<u>DE - A - 2 723 413</u> (SHARP K.K.) * Page 13, ligne 15 à page 16, ligne 26; figures *	1-5,7-9, 16,17

	<u>FR - A - 2 175 148</u> (CENTRE ELECTRONI- QUE HORLOGER) * Page 5, ligne 15 à page 7, ligne 19; figures *	1,2,11, 12

	<u>DE - A - 2 739 613</u> (SHARP K.K.) * Page 9, dernier paragraphe à page 10, avant-dernier paragraphe; figures 5 et 6 *	1,7

	<u>US - A - 4 117 353</u> (GENERAL ELECTRIC Co.) * Colonne 3, lignes 1-60; figures *	5,6,9, 10,13

	<u>FR - A - 2 375 683</u> (IBM) * Page 5, ligne 26 à page 7, ligne 3, figures *	1,5,13

	PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN vol. 3, no. 2, 6 mars 1979, page 124E95 & JP - A - 54-5458 (16-1-1979)	1

	PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN vol. 3, no. 28, 9 mars 1979, page 49E96 & JP - A - 54-6495 (18-1-1979)	1
Domaines techniques recherchés Recherchierte Sachgebiete (INT. CL.2) G 04 C 17/00 G 02 F 1/17 G 04 G 9/00		
Catégorie des documents cités Kategorie der genannten Dokumente: X: particulièrement pertinent von besonderer Bedeutung A: arrière-plan technologique technologischer Hintergrund O: divulgation non-écrite nichtschriftliche Offenbarung P: document intercalaire Zwischenliteratur T: théorie ou principe à la base de l'invention der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: demande faisant interférence kollidierende Anmeldung L: document cité pour d'autres raisons aus andern Gründen angeführtes Dokument &: membre de la même famille, document correspondant Mitglied der gleichen Patentfamilie; übereinstimmendes Dokument		
Etendue de la recherche/Umfang der Recherche		
Revendications ayant fait l'objet de recherches ensemble Recherchierte Patentansprüche: Revendications n'ayant pas fait l'objet de recherches Nicht recherchierte Patentansprüche: Raison: Grund:		
Date d'achèvement de la recherche/Abschlussdatum der Recherche		Examineur I.I.B./I.I.B. Prüfer
10-10-1979		

REVENDECATIONS

1. Procédé d'alimentation et de commande de cellules d'affichage électrochromique à plusieurs segments d'électrode disposés en relation avec au moins une contre-électrode pour figurer des symboles différents suivant ceux des segments qui sont mis dans un état coloré ou un état effacé, par application d'un courant dans un sens ou dans l'autre entre lesdits segments et ladite contre-électrode, caractérisé en ce qu'il consiste, sélectivement pour chacun des segments, à imposer temporairement une valeur déterminée au courant appliqué dans un premier des deux sens en réponse à un signal de mise dudit segment dans un premier desdits états, et à laisser passer un courant de court-circuit dans le second des deux sens en réponse à un signal de mise dudit segment dans l'autre desdits états.

2. Dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte, pour chacun desdits segments, un circuit d'alimentation individuel comportant des premiers moyens pour imposer temporairement une valeur déterminée au courant appliqué dans un premier des deux sens, en réponse à un signal de mise dudit segment dans un premier des deux états, et des seconds moyens pour laisser passer un courant de court-circuit dans le second des deux sens, en réponse à un signal de mise dudit segment dans le second desdits états.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte un générateur de tension de polarisation (16) enclenché par un signal temporaire de changement d'état, en ce que lesdits premiers moyens comportent un premier transistor à effet de champ (T6) présentant une largeur de canal sensiblement proportionnelle à la surface du segment correspondant (1) et dont le drain est relié au segment correspondant (1), et un circuit commutateur (T1, T2) branché entre ledit générateur (16) et ledit premier transistor (T6) pour relier temporairement ledit générateur (16) à la grille dudit premier transistor (T6), en réponse audit signal de mise dudit segment (1) dans ledit premier état, et en ce que lesdits seconds moyens comportent un second transistor à effet de champ (T7) dont le drain est également relié audit segment (1), et dont la source est reliée à la contre-électrode (3), ledit second transistor (T7) court-circuitant ladite contre-électrode (3) et ledit segment (1), en réponse audit signal de mise dudit segment (1) dans ledit second état.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit générateur (16) comporte un troisième transistor à effet de champ (T5), dont la source et le drain sont reliés, respectivement, au premier et, à travers une résistance (17), au second pôle d'une source d'alimentation (4), et dont la grille est reliée à la sortie d'un circuit de commutation (T3, T4), alimenté en parallèle entre ladite source et ledit drain du troisième transistor (T5), pour brancher ladite grille alternativement audit premier pôle et audit drain du troisième transistor (T5), en réponse audit signal temporaire de changement d'état appliqué à l'entrée dudit circuit de commutation (T3, T4), ladite grille du troisième transistor (T5) constituant la sortie du circuit générateur de tension de polarisation (16).

L'invention concerne des dispositifs électroniques à affichage électrochromique. Elle a plus particulièrement pour objet un procédé et un dispositif d'alimentation et de commande d'affichage électrochromique conçus pour améliorer l'aspect et la lisibilité des indications ou symboles affichés.

Un domaine d'application privilégié de l'invention est celui de l'industrie horlogère, du fait de l'intérêt qui s'y manifeste pour un affichage de l'heure réalisé, sous forme numérique ou analogique, au moyen de cellules électro-optiques d'un type particulier que sont les cellules électrochromiques.

Une cellule d'affichage électrochromique est constituée, d'une manière en elle-même bien connue, par un matériau électrochromique, susceptible de prendre deux aspects différents sous l'effet de

courants électriques et disposé en forme de segments d'électrode distincts, séparés d'une contre-électrode commune par un électrolyte. Des circuits électriques associés permettent d'appliquer une tension déterminée à chaque segment individuellement par rapport à la contre-électrode commune. Le courant qui passe alors fait apparaître chacun des segments sous l'un ou l'autre des deux aspects différents. On distingue généralement dans ces aspects l'état coloré, ou affiché, et l'état décoloré, ou effacé. Les segments sont disposés sur la surface de la cellule d'affichage de manière à figurer des chiffres ou d'autres symboles suivant les combinaisons d'états colorés ou décolorés qu'ils peuvent prendre. Dans les affichages d'heures ou de dates par exemple, il est usuel de disposer six ou sept segments, pour un caractère, de manière que ce caractère puisse apparaître à volonté comme l'un quelconque des chiffres de 0 à 9, cela en fonction du nombre et de la position des segments rendus visibles par la coloration.

Dans certains cas, plusieurs contre-électrodes sont prévues, chacune correspondant à une partie des segments d'électrode.

On sait, d'autre part, que l'une des particularités des cellules électrochromiques, qui justifie d'ailleurs leur succès pour des appareils, comme les montres, alimentés par des piles de faible puissance, réside dans la persistance dans le temps de la coloration qu'elles sont capables de prendre sous l'effet d'un courant électrique de sens déterminé et de perdre sous l'action d'un courant de sens opposé, l'essentiel de l'énergie consommée l'étant ainsi pour assurer les changements d'état, par coloration ou effacement, et non pour maintenir les cellules dans un état déterminé.

Mais ce type de comportement, qui peut être rapproché de celui des condensateurs, entraîne des exigences spécifiques pour l'alimentation et la commande des cellules d'affichage électrochromiques. Ce qui détermine le contraste entre un segment et le fond de l'affichage, c'est la charge électrique injectée par unité de surface du segment pour provoquer son changement d'état, le coefficient d'absorption lumineux du matériau électrochromique étant proportionnel à cette charge. Il importe que la quantité de charge injectée à chaque changement d'état soit constante, réglée avec précision et adaptée à chaque segment. Cela est d'autant plus souhaitable que dans un système d'affichage comme celui des montres où les caractères sont modifiés à un rythme régulier pour représenter successivement tous les symboles — notamment les chiffres — d'un cycle constamment répété, il est en général prévu de limiter les changements d'état aux seuls segments qui doivent apparaître ou disparaître au passage d'un chiffre au suivant. Il faut donc que, après chaque changement d'état, un segment présente un contraste bien déterminé pour que le chiffre affiché soit uniforme. De plus, on cherche à s'affranchir de l'incidence des variations d'impédance interne des cellules d'affichage en fonction de l'âge et de la température, ainsi que de celles des différences de résistance des connexions reliant les segments à leurs circuits de commande. En outre, il y a intérêt à varier, d'un segment à l'autre, la quantité de charge injectée à chaque changement d'état, pour tenir compte des différences de surface entre les segments. Enfin, il est important que la quantité de charge injectée, par exemple pour la coloration d'un segment, et la quantité de charge retirée, pour son effacement, soient strictement égales. Toute différence entre ces quantités conduit inévitablement à une coloration résiduelle toujours plus forte des segments effacés et/ou à une coloration plus faible des segments colorés.

La demande de brevet allemand N° DE-OS 2723413 décrit un circuit de commande pour une cellule électrochromique qui comporte une source de courant unique, branchée en série avec la contre-électrode de la cellule. Cette source est donc commune à tous les segments et elle est utilisée aussi bien pour leur coloration que pour leur effacement. Il est donc impossible, avec ce circuit, de colorer un ou plusieurs segments et d'effacer simultanément un ou plusieurs autres segments, ce qui fait perdre toute signification à l'information affichée pendant un temps assez long à chacune de ses modifications. Il est en outre impossible d'adapter la quantité de charge injectée à la surface du segment et/ou à la résistance de sa connexion et de

garantir que la quantité de charge injectée dans un segment pour le colorer est strictement égale à la quantité de charge qui est retirée pour l'effacer. Enfin, la source d'alimentation du circuit doit être double et doit fournir de l'énergie aussi bien pour la coloration que pour l'effacement des segments.

La demande de brevet français N° 2175148 décrit un circuit de commande d'une cellule électrochromique par des impulsions à tension constante, ce qui empêche de garantir un aspect uniforme de tous les segments colorés. Des résistances en série avec les segments limitent le courant, et un commutateur en série avec la contre-électrode relie cette dernière à l'un ou l'autre des pôles de la source d'alimentation. L'effacement des segments est amorcé par leur mise au même potentiel que la contre-électrode, mais la résistance en série avec le segment limite le courant et l'effacement doit être achevé par une impulsion de tension. Ce circuit présente les mêmes inconvénients que le précédent, à savoir l'impossibilité de colorer un ou plusieurs segments et d'effacer simultanément un ou plusieurs autres segments, ainsi que de garantir une égalité parfaite entre les quantités de charge fournies pour la coloration et retirées pour l'effacement.

La demande de brevet allemand N° DE-OS 2739613 décrit un circuit de commande qui met les segments en court-circuit avec la contre-électrode pour les colorer et qui leur applique une tension pour les effacer, ce qui empêche à nouveau de garantir un aspect uniforme de tous les segments, dans leur état effacé cette fois-ci.

Le but de la présente invention est de proposer un procédé et un dispositif d'alimentation et de commande d'une cellule d'affichage qui ne présente aucun des inconvénients mentionnés ci-dessus.

Ce but est atteint par le procédé et le dispositif revendiqués.

Les transistors à effet de champ sont particulièrement aptes à régler l'intensité du courant dans les circuits d'alimentation des segments des cellules d'affichage électrochromique. En effet, si l'on examine les caractéristiques des transistors à effet de champ, notamment des transistors à électrode de commande (ou grille) isolée (type MOS), et plus précisément les courbes représentant la variation de leur courant de drain I_D en fonction de la tension V_{DS} de ce drain par rapport à leur source, avec la tension V_{GS} de polarisation de leur grille par rapport à la source prise comme paramètre (fig. 1), on constate l'existence d'une région de saturation où l'intensité du courant I_D reste sensiblement constante. Cette région est celle pour laquelle, en première approximation tout au moins, $V_{GS} \leq V_{DS} + V_{TH}$, où V_{TH} est la tension de seuil du transistor.

Dans les affichages utilisés couramment, où des électrodes en oxyde de tungstène (WO_3) sont séparées d'une contre-électrode en graphite par un électrolyte à base d'acide sulfurique ou sulfonique concentré, la tension entre une électrode et la contre-électrode varie entre deux valeurs $V_{A \min.}$ et $V_{A \max.}$ selon que cette électrode est effacée ou colorée. La tension V_{DS} d'un transistor, dont la grille est polarisée par une tension V_{GS} constante, branché en série avec cette électrode, varie donc de $V_{DS \max.} = V_P - V_{A \min.}$ à $V_{DS \min.} = V_P - V_{A \max.}$, où V_P est la tension d'alimentation appliquée entre la contre-électrode et la source du transistor.

Pour que ce dernier travaille dans sa zone de saturation même à sa tension $V_{DS \min.}$, il faut que l'on ait $V_{GS} \leq V_{DS \min.} + V_{TH}$, c'est-à-dire que $V_{GS} \leq V_P - V_{A \max.} + V_{TH}$.

Par exemple, si $V_P = 1,55$ V, $V_{A \max.} = 1,2$ V et $V_{TH} = 0,35$ V, qui sont des valeurs courantes, on voit que l'on doit avoir $V_{GS} \leq 0,7$ V.

On verra plus loin comment créer cette tension de polarisation et l'appliquer aux grilles des transistors commandant la coloration ou l'effacement des segments.

Toutes les autres conditions étant égales, le courant de saturation d'un transistor MOS dépend directement des dimensions (longueur et largeur) de son canal. En particulier, si on polarise toute une série de transistors faisant partie d'un même circuit intégré et ayant, par exemple, la même longueur de canal, par une même tension V_{GS} , le courant de saturation qui circule dans chaque transistor est proportionnel à la largeur de ce canal. On peut donc facilement fournir aux segments d'un affichage électrochromique la charge exacte nécessaire à leur coloration, en les reliant, individuellement, à des transistors

tous polarisés par la même tension V_{GS} , rendus conducteurs pendant un temps déterminé lorsque le segment qui leur est relié doit passer de son état effacé à son état coloré, ayant tous la même longueur de canal et ayant chacun une largeur de canal choisie pour que le courant de saturation du transistor correspondant à la tension V_{GS} soit égal au rapport de la charge nécessaire et du temps de passage du courant. La polarité N ou P de ces transistors est évidemment choisie en fonction du sens du courant nécessaire.

Des transistors de polarité opposée peuvent également être reliés aux segments pour leur fournir leur charge d'effacement. Ils sont également polarisés par une tension V_{GS} commune, et la largeur de leur canal est aussi adaptée au courant qu'ils doivent fournir.

Les exigences concernant la quantité de charge à fournir pour obtenir un contraste donné sont d'ailleurs généralement plus sévères pour la coloration d'un segment que pour son effacement. Dans la plupart des affichages, un segment coloré forme en effet, avec la contre-électrode et l'électrolyte qui les sépare, une sorte de pile, dont la force électromotrice est suffisante pour provoquer le passage d'un courant lorsque ses bornes, c'est-à-dire le segment et la contre-électrode, sont court-circuitées. Ce courant, qui provoque l'effacement du segment, est limité puis annulé par la résistance interne de la cellule, qui devient infinie lorsque le segment est effacé.

On peut donc souvent se contenter d'effacer un segment coloré en le court-circuitant simplement avec la contre-électrode à travers un transistor dont la grille est reliée à la tension d'alimentation. Dans ces conditions, le transistor ne travaille pas dans sa zone de saturation et le courant qu'il conduit n'est pas constant. On détermine simplement ses dimensions, c'est-à-dire sa résistance interne, de manière que l'effacement du segment se produise assez rapidement.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description plus détaillée d'un mode de réalisation particulier du dispositif selon l'invention, dans le cadre de son application à l'alimentation et à la commande d'une cellule électrochromique assurant l'affichage des heures et des minutes sur une montre, qui est dans ce cas particulier une montre à affichage numérique à quatre chiffres.

La description ci-après se réfère aux fig. 1 à 3 des dessins annexés dans lesquels:

la fig. 1 déjà citée représente la variation du courant de drain d'un transistor MOS, en fonction de sa tension drain/source pour différentes tensions grille/source,

la fig. 2 représente un schéma synoptique de l'ensemble des circuits électriques d'une montre équipée d'un premier type d'affichage électrochromique, et

la fig. 3 représente un schéma synoptique partiel des circuits d'une montre équipée d'un second type d'affichage électrochromique.

Sur la fig. 2, on a représenté schématiquement l'ensemble des circuits électriques d'une montre équipée d'une cellule d'affichage électrochromique constituée par des segments d'électrodes tels que 1, formés par un matériau électrochromique et séparés par un électrolyte 2 d'une contre-électrode 3 commune aux différents segments. Dans le cas particulier considéré, les segments d'électrodes 1 sont formés d'une couche d'oxyde de tungstène (WO_3) déposée sur un substrat transparent, la contre-électrode 3 est du graphite finement divisé et l'électrolyte 2 est à base d'acide sulfurique ou d'acide sulfonique concentré. Une des caractéristiques d'un tel affichage est qu'il peut être effacé par un simple court-circuit des segments avec la contre-électrode.

La contre-électrode 3 est reliée au pôle positif d'une pile 4 qui fournit l'énergie nécessaire au fonctionnement de la montre, énergie qui est consommée principalement pour la coloration des cellules électrochromiques, mais aussi par les circuits électroniques de commande.

Un oscillateur à quartz 5 constitue la base de temps. Le signal d'impulsions à fréquence élevée qu'il produit est traité par un diviseur de fréquence 6 pour fournir un signal de fréquence 1 Hz qui est transmis à un compteur de secondes 7. Le compteur de secondes 7

fournit à partir du signal d'impulsions à 1 Hz un signal à une fréquence de 1/60 Hz qui est appliqué à un compteur d'unités de minutes 8. Ce dernier délivre toutes les 10 min. un signal à un compteur de dizaines de minutes 9, qui est suivi par un compteur d'heures 10.

L'oscillateur 5, le diviseur 6 et les étages compteurs des unités de minutes 8, des dizaines de minutes 9, et des heures 10 sont en eux-mêmes classiques, de même que les convertisseurs de codes, ou décodeurs, 11, 12 et 13 qui sont reliés aux sorties des compteurs et qui permettent de transformer les informations qu'ils reçoivent sur l'état de ces derniers en codes exprimant les chiffres à afficher par l'état que doit prendre chacun des segments de l'affichage électrochromique constituant un caractère. S'agissant ici d'un affichage du temps par minutes jusqu'à 59 et heures jusqu'à 12, les trois décodeurs, 11, 12 et 13, délivrent, respectivement, les signaux nécessaires pour coder les dix chiffres possibles pour le caractère des unités des minutes, les six chiffres possibles pour le caractère indiquant les dizaines de minutes et les douze possibilités d'un groupe de deux chiffres indiquant les heures.

Chaque convertisseur de code comporte autant de sorties que l'affichage du caractère correspondant demande de segments pour pouvoir afficher successivement chacun des chiffres ou groupes de chiffres respectifs. La modification du caractère pour passer d'un chiffre au suivant s'obtient par des changements d'état des segments individuels entre l'état coloré et l'état effacé ou vice versa, suivant leurs dispositions relatives. Chaque signal obtenu à la sortie d'un décodeur, tel que 11, indique, selon qu'il est à l'état logique 1 ou 0, si le segment correspondant doit se trouver à l'état coloré ou à l'état effacé. (Par état logique 1, respectivement 0, on entend que le potentiel du point considéré est égal à celui du pôle positif, respectivement négatif, de la pile 4.)

Chaque sortie de chacun des décodeurs 11, 12 et 13 est reliée à l'entrée d'horloge CK d'un flip-flop 14, de type D. Un seul de ces flip-flops, celui qui est relié à la sortie i du décodeur 11, a été représenté dans la figure, par souci de simplification. La sortie Q de chacun de ces flip-flops 14 est reliée à son entrée D, de manière que le flip-flop bascule à chaque application d'un signal 1 à son entrée CK. L'entrée R de remise à zéro de ces flip-flops 14 est reliée à la sortie d'un circuit logique 15, qui est normalement à l'état logique 1, ce qui impose à tous les flip-flops un état, dit de repos, dans lequel leur sortie Q est à l'état 1.

Le circuit logique 15, qui ne sera pas décrit en détail ici, car sa réalisation est à la portée de l'homme de métier, est formé de portes logiques et reçoit des signaux de certains étages du diviseur 6 et du compteur des secondes 7; il est agencé de manière à délivrer à sa sortie un signal logique 0 temporaire à chaque début de minute, c'est-à-dire chaque fois que l'aspect de l'affichage doit changer. Les étages du diviseur 6 et du compteur 7, reliés au circuit logique 15, sont choisis et ce dernier est agencé de manière que sa sortie reste à l'état 0 pendant un temps égal au temps nécessaire à la coloration des segments.

La sortie Q du flip-flop 14 est également reliée à l'entrée d'un circuit d'alimentation du segment 1 - c'est-à-dire aux grilles reliées entre elles - de deux transistors T1, de type N, et T2, de type P, dont les drains sont également réunis. La source du transistor T1 est reliée au pôle négatif de la pile 4 et celle du transistor T2 à la sortie d'un générateur de tension de polarisation 16 formé des transistors T3, de type N, T4, de type P, et T5, également de type N, et de la résistance 17.

Les drains des transistors T1 et T2 sont reliés à la grille d'un transistor T6, de type N, dont la source est reliée au pôle négatif de la pile 4 et qui est le transistor utilisé comme source de courant de coloration du segment 1 relié à son drain. Ce drain est également relié à celui d'un transistor T7, de type P, dont la source est reliée au pôle positif de la pile 4 et la grille à la sortie i du décodeur 11.

Chacun des segments de l'affichage est associé à un circuit d'alimentation identique à celui du segment 1, comprenant donc des

transistors T1, T2, T6 et T7 branchés comme décrit ci-dessus. Ces autres circuits n'ont pas été représentés par mesure de simplification.

Les drains des transistors T3 et T4 sont reliés entre eux et à la grille du transistor T5, et représentent la sortie du générateur de tension de polarisation 16. Cette sortie est reliée au drain de tous les transistors T2 de tous les circuits d'alimentation des segments. Les grilles des transistors T3 et T4 sont aussi reliées entre elles et à la sortie du circuit logique 15. La source des transistors T3 et T5 est reliée au pôle négatif de la pile 4, alors que la source du transistor T4 est reliée au drain du transistor T5 et, à travers la résistance 17, au pôle positif de la pile 4.

En temps normal, la sortie du circuit logique 15 est à l'état logique 1. Tous les flip-flops 14 sont donc dans leur état de repos, avec leur sortie Q à l'état logique 1; tous les transistors T1 sont conducteurs et tous les transistors T2 et T6 bloqués.

Si la sortie i du décodeur 11 est à l'état 0, le transistor T7 est conducteur, ce qui court-circuite le segment d'électrode 1 avec la contre-électrode 3 et assure le maintien de ce segment à l'état effacé. Si, par contre, cette sortie est à l'état 1, le transistor T7 est bloqué, et si le segment 1 est dans son état coloré, cet état est maintenu.

La sortie du circuit logique 15 étant à 1, le transistor T3 est conducteur et le transistor T4 est bloqué; le transistor T5 est également bloqué. La sortie du générateur de tension de polarisation 16 et les sources de tous les transistors T2, qui lui sont reliées, sont donc au potentiel du pôle négatif de la pile 4. Dans cet état, qui est son état de repos, le générateur 16 ne consomme aucun courant.

Au début de chaque minute, comme on l'a vu ci-dessus, la sortie du circuit logique 15 passe à 0 pendant un temps T.

Pendant ce temps T, le transistor T3 se bloque et le transistor T4 devient conducteur, ce qui relie la grille et le drain du transistor T5. Dans ces conditions, ce dernier se comporte comme une diode. Sa tension V_{DS} , qui est égale à sa tension V_{GS} , dépend du courant qu'il conduit et donc de ses caractéristiques et de la valeur de la résistance 17. Ces caractéristiques et cette résistance sont choisies de manière que cette tension $V_{DS} = V_{GS}$ soit justement la tension de polarisation qu'il faut appliquer à la grille des transistors T6, pour qu'ils conduisent le courant de saturation nécessaire à la coloration du segment qui leur est relié dans le temps T.

Au début de chaque minute également, un certain nombre de sorties des décodeurs 11, 12 et 13 passent de l'état 0 à l'état 1, indiquant par là que le segment qui leur correspond doit être coloré. Admettons que ce soit le cas de la sortie i du décodeur 11. L'entrée R de remise à zéro du flip-flop 14 passe, comme celle de tous les autres flip-flops, de 1 à 0 au début de chaque minute et donc à l'instant considéré. Le flip-flop 14 peut donc basculer en réponse au passage de 0 à 1 de son entrée CK, et sa sortie Q passe à 0. Les transistors T1 et T2 deviennent donc respectivement bloqué et conducteur. Comme T2 reçoit justement sur sa source la tension de polarisation délivrée par le générateur 16, cette dernière est appliquée à la grille du transistor T6 qui commence à conduire son courant de saturation. Comme le transistor T7 est bloqué par le signal 1 appliqué à sa grille par la sortie i du décodeur 11, ce courant de saturation provoque la coloration du segment 1.

A la fin du temps T, la sortie du circuit logique 15 passe à 1, ce qui remet la sortie Q du flip-flop 14 à 1. Le transistor T1 redevient donc conducteur et le transistor T2 se bloque. Le transistor T6 se bloque également, ce qui interrompt le passage du courant de coloration. Comme le transistor T7 reste bloqué, le segment 1 est maintenu dans son état coloré. Ce n'est qu'au début d'une autre minute, lorsque la sortie i du décodeur 11 repassera à 0, que le transistor T7 deviendra conducteur, provoquant ainsi l'effacement du segment 1.

A la fin du temps T, le signal 1 de la sortie du circuit logique 15 rend les transistors T3 et T4 respectivement conducteur et bloqué, ce qui bloque le transistor T5 et met la sortie du générateur de tension de polarisation 16 au potentiel du pôle négatif. Ce générateur 16 est ainsi remis dans son état de repos.

Si l'affichage électrochromique utilisé ne peut pas être effacé par

un simple court-circuit, comme dans l'exemple décrit à la fig. 2, il faut utiliser un circuit tel que celui de la fig. 3.

L'affichage électrochromique représenté dans cette fig. 3 est semblable à celui de la fig. 2 et comporte des segments d'électrode, tels que 18, en oxyde de tungstène, séparés par un électrolyte 19 à base d'acide sulfurique ou sulfonique concentré d'une contre-électrode 20. Dans ce cas, cependant, cette contre-électrode 20 est également en oxyde de tungstène, ce qui fait qu'un segment ne peut pas être effacé en le court-circuitant à la contre-électrode.

La contre-électrode 20 est, dans ce cas, reliée au point commun de deux sources d'alimentation 21 et 22 branchées en série et qui fournissent l'énergie nécessaire à la coloration et à la décoloration des segments, et au fonctionnement des divers circuits de la montre.

La commande de la coloration du segment 18 se fait, comme dans le cas de la fig. 2, par les transistors T1, T2 et T6 et par un générateur de tension de polarisation 16 formé des transistors T3, T4 et T5 et de la résistance 17 reliée ici au point de liaison des deux piles 21 et 22 (cette résistance pourrait d'ailleurs être reliée au pôle positif de la pile 22 sans que cela modifie le fonctionnement du générateur).

Toujours comme dans le cas de la fig. 2, les grilles des transistors T3 et T4 sont reliées à la sortie d'un circuit logique 15 ayant exactement la même fonction que ci-dessus.

Les grilles des transistors T1 et T2, par contre, sont reliées à la sortie d'une porte NON-ET 23 dont les entrées sont respectivement reliées à la sortie Q d'un flip-flop 24 de type D et à la sortie i du décodeur 11 (les autres éléments du circuit de la montre, soit l'oscillateur 5, le diviseur 6, les compteurs de secondes 7, d'unités de minutes 8, de dizaines de minutes 9 et d'heures 10, ainsi que les décodeurs 12 et 13 sont identiques à ceux de la fig. 2 et n'ont pas été représentés ici).

L'entrée D du flip-flop 24 est reliée à la sortie i du décodeur 11 et son entrée d'horloge CK à la sortie du circuit logique 15.

La commande d'effacement du segment 18 se fait par un circuit analogue au circuit de coloration, mais où toutes les polarités sont inversées. Ainsi, le segment 18 est relié au drain d'un transistor T8, de type P, dont la source est reliée au pôle positif de la pile 22 et la grille aux drains, reliés entre eux, de deux transistors T9, de type P, et T10, de type N. La source du transistor T9 est reliée au pôle positif de la pile 22, et celle du transistor T10 à la sortie d'un second générateur de tension de polarisation 25.

Les grilles des transistors T9 et T10 sont reliées entre elles et à la sortie d'une porte NON-OU 27 dont les entrées sont reliées, comme celles de la porte 23, à la sortie i du décodeur 11 et, respectivement, à la sortie Q du flip-flop 24.

Le second générateur de tension de polarisation 25 est formé par les transistors T11, de type N, T12 et T13, tous deux de type P, et par la résistance 26. Les sources des transistors T12 et T13 sont reliées au pôle positif de la pile 22, et celle du transistor T11 est reliée au drain du transistor T13 et, à travers la résistance 26, au point de liaison des piles 21 et 22 (cette résistance 26 pourrait être reliée au pôle négatif de la pile 21 sans que cela change le fonctionnement du générateur 25). La grille du transistor T13 est reliée aux drains des transistors T11 et T12 et forme la sortie du générateur 25, qui est reliée à la source de tous les transistors tels que le transistor T10. Les grilles des transistors T11 et T12 sont réunies entre elles et, par l'intermédiaire d'un inverseur 28, à la sortie du circuit logique 15.

Le fonctionnement de ce second générateur 25 est tout à fait semblable, aux polarités près, à celui du générateur 16 décrit ci-dessus: lorsque la sortie du circuit logique 15 est à 1, la sortie de l'inverseur 28 applique un état 0 aux grilles des transistors T11 et T12, qui sont donc respectivement bloqué et conducteur. La sortie du générateur 25 applique donc la tension du pôle positif de la pile 22 aux sources de tous les transistors tels que le transistor T10. Par

contre, lorsque la sortie du circuit 15 est à 0, pendant le temps T au début de chaque minute, la sortie de l'inverseur 28 est à 1, le transistor T11 est conducteur et le transistor T12 bloqué, le transistor T13 se comporte comme une diode et la sortie du générateur 25 applique la tension de polarisation V_{GS} voulue à tous les transistors tels que T10.

Comme dans le circuit de commande de coloration décrit ci-dessus, les dimensions du transistor T8 et la tension de polarisation sont choisies de manière que le transistor T8 conduise un courant de saturation tel que le segment 18 s'efface complètement pendant le temps de décoloration, c'est-à-dire pendant le temps où la sortie du circuit logique 15 est à l'état 0.

En temps normal, comme ci-dessus, la sortie du circuit logique 15 est à l'état 1, ce qui rend les deux générateurs de tension de polarisation inactifs. Au début de chaque minute, la sortie du circuit logique 15 passe à 0 et y reste pendant un temps T, comme dans le cas de la fig. 2. Pendant ce temps T, les deux générateurs 16 et 25 sont rendus actifs et les tensions de polarisation sont appliquées à tous les drains des transistors tels que T2 et, respectivement, T10.

Le flip-flop 24 étant de type D, sa sortie Q prend l'état inverse de celui de son entrée D au moment où son entrée CK passe de l'état 0 à l'état 1, c'est-à-dire dans ce cas à la fin du temps T. Il en résulte que, en dehors de ce temps T, la sortie Q a toujours l'état inverse de celui de la sortie i du décodeur 11. Les portes 23 et 27 ont donc toujours une entrée à l'état 0 et l'autre à l'état 1. Leurs sorties sont donc, respectivement, à l'état 1 et à l'état 0, ce qui fait que les transistors T1 et T9 sont conducteurs et les transistors T2 et T10 bloqués, de même que les transistors T6 et T8. Aucun courant ne circule donc dans le segment 18 qui garde son état, coloré ou effacé.

Si au début d'une minute la sortie i du décodeur 11 passe de 0 à 1, les deux entrées de la porte 23 se retrouvent à l'état 1. Sa sortie passe donc à 0, ce qui bloque le transistor T1 et rend conducteur le transistor T2. La tension de polarisation fournie par le générateur 16 est donc appliquée à la grille du transistor T6 qui laisse passer le courant de coloration du segment 19. La sortie de la porte 27 reste, par contre, à 0 et le transistor T8 reste bloqué.

A la fin du temps T, la sortie du circuit logique 15 repasse à 1. Le flip-flop 24 bascule et sa sortie Q passe à 0. La sortie de la porte 23 repasse donc à 1, ce qui bloque le transistor T6 et interrompt le courant de coloration du segment 18.

Lorsqu'au début d'une autre minute, la sortie i du décodeur 11 repasse de 1 à 0, les deux entrées de la porte 27 se retrouvent à 0, ce qui bloque le transistor T9 et rend conducteur le transistor T10. La tension de polarisation fournie par le générateur 25 est donc appliquée à la grille du transistor T8 qui laisse passer le courant de décoloration du segment 18. La sortie de la porte 23 reste, par contre, à 1 et le transistor T6 reste donc bloqué.

A la fin du temps T, la sortie Q du flip-flop 24 passe à 1, ce qui remet à 0 la sortie de la porte 27 et interrompt le passage du courant de décoloration du segment 18.

Il va de soi que la présente invention ne se limite pas aux seuls modes de réalisation qui ont été décrits à titre d'exemple et que la portée du présent brevet s'étend également aux variantes de réalisation de tout ou partie des dispositions décrites restant dans le cadre des équivalences ainsi qu'à toute application de telles dispositions. Il est évident, par exemple, que les transistors tels que T6 ou T8 et leurs circuits de commande pourraient être remplacés par des circuits plus complexes, assurant un meilleur réglage du courant de coloration ou de décoloration. De même, les générateurs de tension de polarisation pourraient être réalisés de manière différente, si ces tensions de polarisation devaient être plus stables. Enfin, si nécessaire, on pourrait prévoir deux circuits logiques indépendants pour déterminer séparément les temps de coloration et d'effacement.

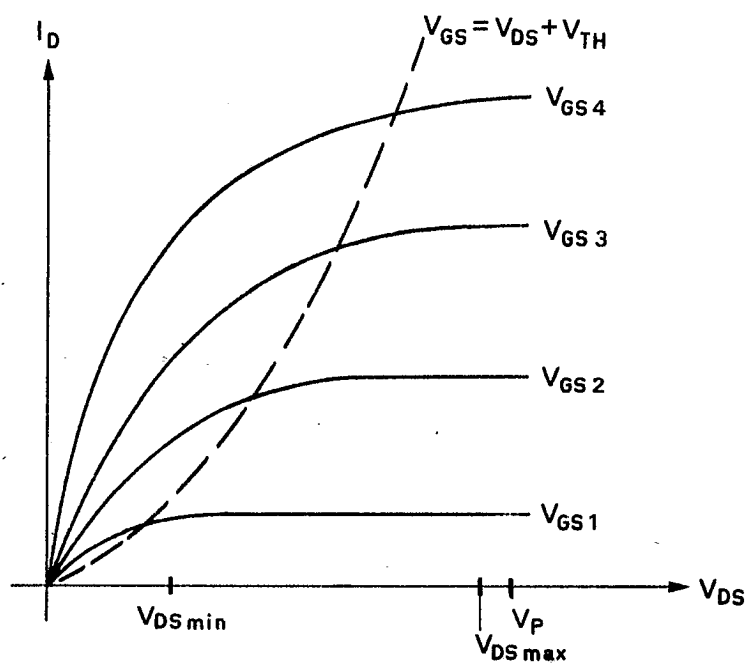


FIG. 1

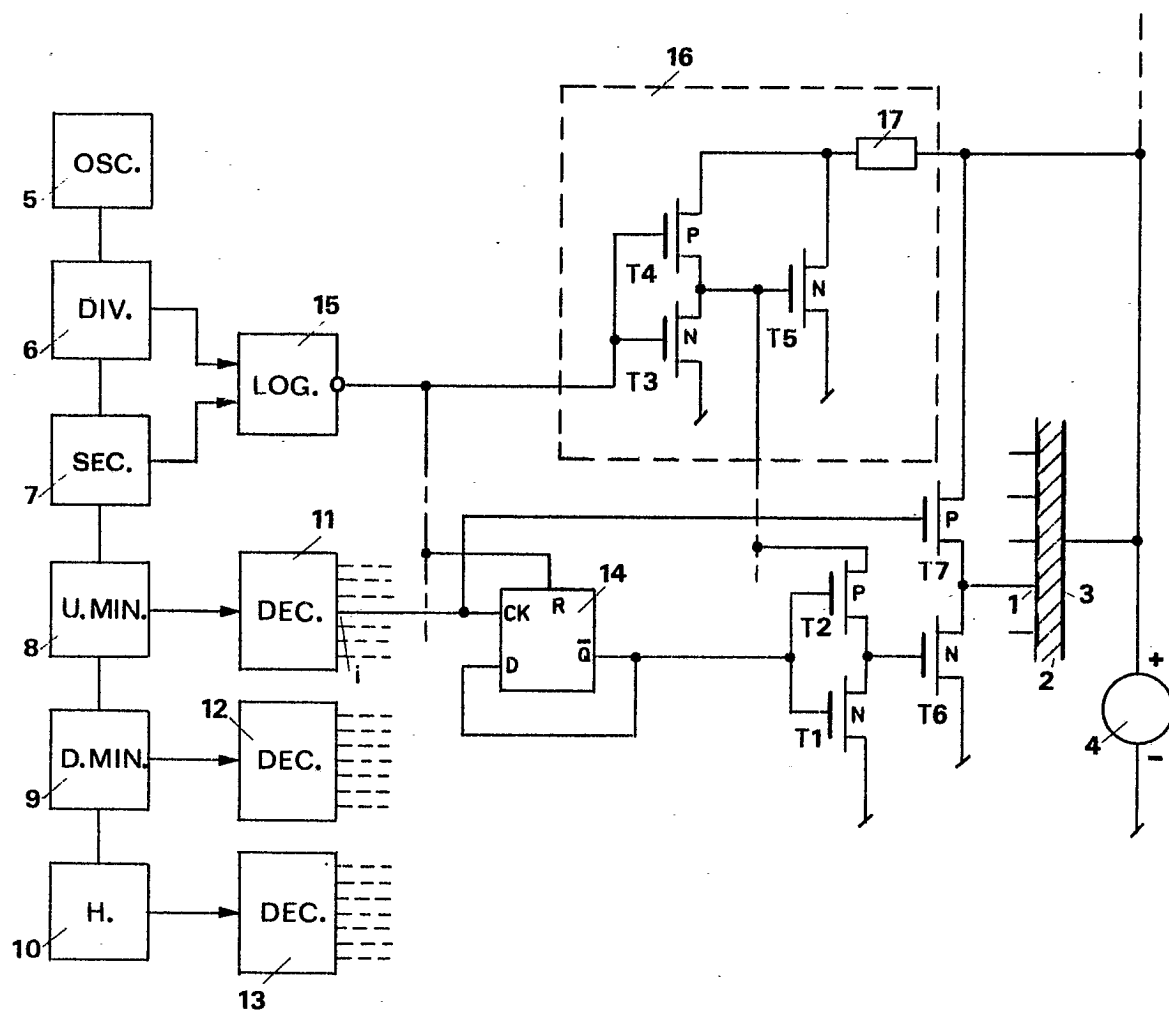


FIG. 2

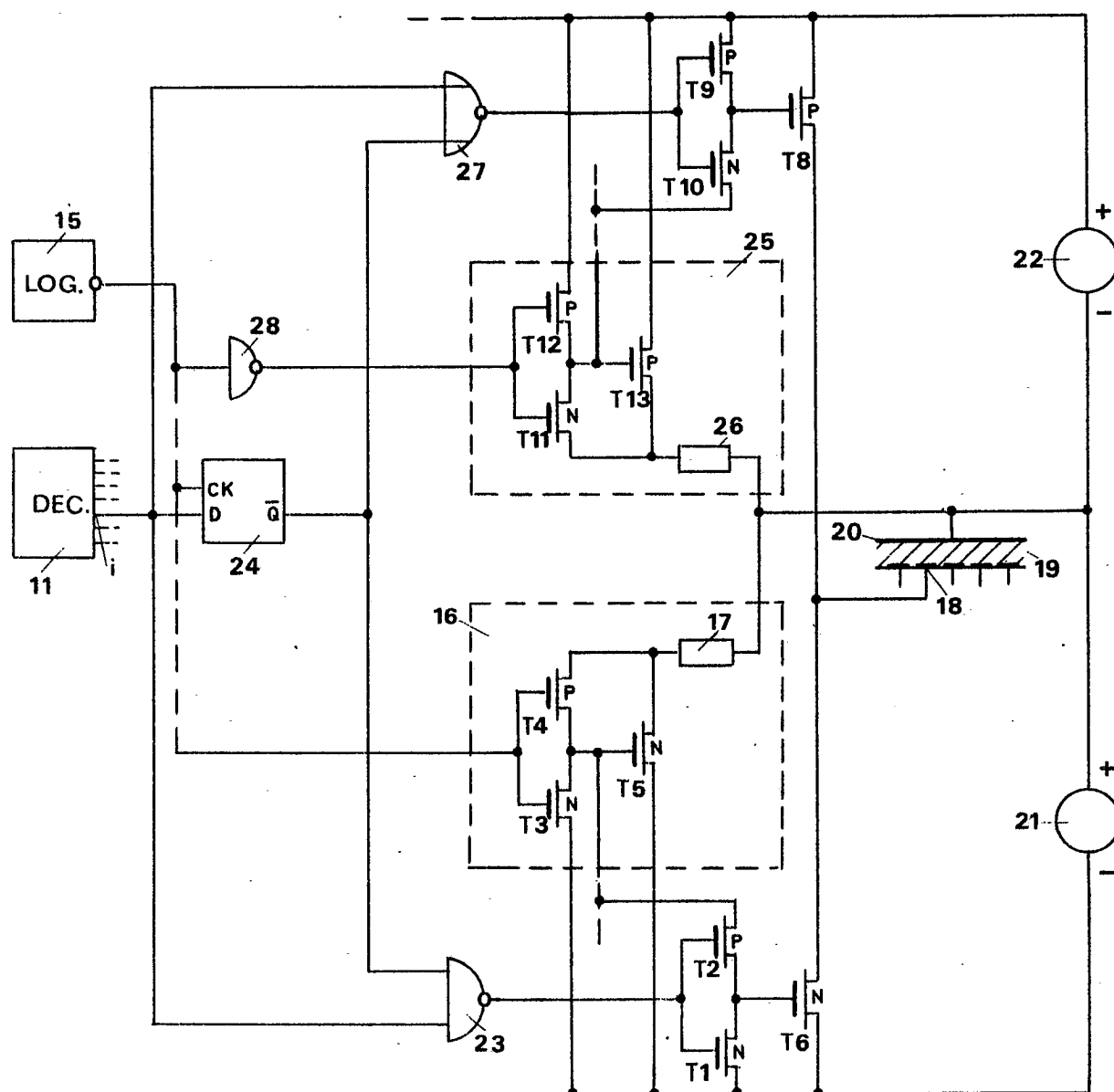


FIG. 3