

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 26.03.98.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la
demande : 01.10.99 Bulletin 99/39.

56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71) Demandeur(s) : SGS THOMSON MICROELECTRO-
NICS SA Société anonyme — FR.

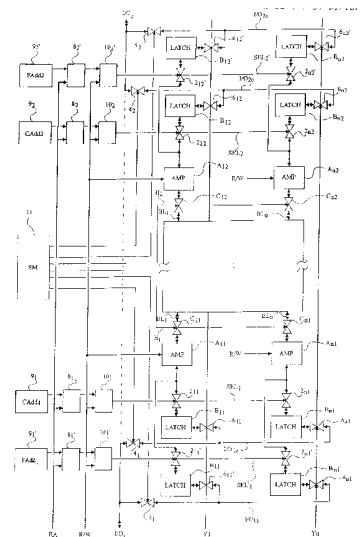
72) Inventeur(s) : HARRAND MICHEL et FERRANT
RICHARD.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : CABINET DE BEAUMONT.

54) DRAM A STRUCTURE RAPIDE.

57) L'invention concerne un circuit de mémoire dynamique comprenant une pluralité de cellules mémoire organisées en un réseau matriciel comprenant des commutateurs (C_1 ; C_2) pour associer à chaque extrémité de chaque colonne du réseau matriciel, au moins deux bascules (B_1 , B_1' ; B_2 , B_2') commandées indépendamment l'une de l'autre, pour mémoriser des données écrites ou lues dans la colonne considérée.



DRAM À STRUCTURE RAPIDE

La présente invention concerne les mémoires réalisées sous la forme d'un réseau matriciel de cellules mémoire en circuit intégré. L'invention s'applique plus particulièrement aux mémoires dynamiques (DRAM), c'est-à-dire nécessitant un rafraîchissement périodique des données que contiennent les cellules.

Dans des mémoires de ce type, le contenu d'une cellule mémoire peut disparaître pour deux raisons. D'une part, avec le temps, le contenu de la cellule disparaît en raison de fuites liées à la structure même de la cellule mémoire comprenant un transistor qui, même bloqué, fuit légèrement. D'autre part, à chaque lecture d'une cellule mémoire, le signal est donné par un partage de charges entre une capacité parasite de ligne de bit et la capacité de stockage de la cellule mémoire. Par ce partage de charges, la valeur de la tension dans la cellule mémoire est réduite par rapport à la valeur contenue initialement.

Les deux effets ci-dessus qui conduisent à une perte d'information dans les cellules mémoire imposent de prendre deux types de précautions.

Tout d'abord, il est nécessaire d'organiser un accès périodique à chacune des cellules mémoire de manière à compenser les fuites de charges au cours du temps.

D'autre part, il est nécessaire de restaurer la valeur initiale de la cellule mémoire à chaque accès en amplifiant l'information de la ligne de bit. L'ensemble de ces deux précautions constitue ce que l'on appelle généralement une opération de rafraîchissement/restauration.

Un inconvénient induit par les opérations de rafraîchissement est que celles-ci nuisent aux performances globales de la mémoire en monopolisant des cycles d'accès à celle-ci.

En considérant, à titre d'exemple particulier, qu'une cellule mémoire a un temps de maintien de son contenu de l'ordre d'une milliseconde, il est nécessaire de rafraîchir chaque cellule toutes les millisecondes. Ce rafraîchissement s'effectue en lisant les cellules. En pratique, on lit toutes les cellules d'une rangée au sein d'un même cycle de sorte à rafraîchir toute la rangée. En supposant une mémoire constituée d'un réseau de 1024 X 1024 cellules, il faut alors prévoir un cycle de rafraîchissement toutes les microsecondes. Si le temps d'accès à une cellule est de l'ordre de 100 nanosecondes, 10% des performances de la mémoire sont perdues pour les rafraîchissements.

Une première solution connue pour résoudre ce type de problème est d'accroître le temps de rétention au sein des cellules mémoire. Cette solution n'est toutefois pas facile à mettre en oeuvre et est liée au processus de fabrication des mémoires. De plus, elle ne fait que repousser le problème d'un facteur d'échelle.

Une deuxième solution classique est de partager la mémoire en deux zones travaillant alternativement. A chaque nouvelle adresse de lecture ou d'écriture, on change de mémoire, l'autre mémoire étant alors disponible pour les rafraîchissements. Une telle solution de fonctionnement entrelacé présente un double inconvénient. Tout d'abord, cette solution nécessite, pour une capacité de mémorisation donnée, une mémoire deux fois plus importante, ce qui pose un problème de place et de coût. De plus, cette solution nécessite une écriture spécifique des programmes afin de gérer les adresses entrelacées.

La présente invention vise à pallier les inconvénients des solutions connues en proposant une nouvelle solution permettant de supprimer les délais d'attente liés au rafraîchissement, aux lectures ou aux écritures des mémoires dynamiques.

5 L'invention vise également à accélérer les accès en lecture et en écriture de données dans la mémoire.

Pour atteindre ces objets, la présente invention prévoit un circuit de mémoire dynamique comprenant une pluralité de cellules mémoire organisées en un réseau matriciel, et comprenant
10 des commutateurs pour associer à chaque extrémité de chaque colonne du réseau matriciel, au moins deux bascules commandées indépendamment l'une de l'autre pour mémoriser des données écrites ou lues dans la colonne considérée.

Selon un mode de réalisation de la présente invention,
15 lesdites bascules sont regroupées en deux couples d'ensembles, chaque ensemble étant associé à un registre de stockage de l'adresse de rangée des données contenues dans cet ensemble de bascules.

Selon un mode de réalisation de la présente invention,
20 les deux couples d'ensembles de bascules sont respectivement associés à un premier et à un deuxième couple de lignes d'entrée/sortie propres à être connectées séparément à une première et à une deuxième borne d'entrée/sortie du circuit mémoire.

25 Selon un mode de réalisation de la présente invention, le circuit mémoire est prévu pour que l'accès au réseau matriciel pour un ensemble de bascules s'effectue simultanément pour toutes les bascules de l'ensemble.

Selon un mode de réalisation de la présente invention,
30 le circuit mémoire est prévu pour que l'accès aux données contenues dans un ensemble de bascules depuis l'extérieur du circuit s'effectue individuellement, chaque bascule d'un même ensemble étant sélectionnée individuellement par un signal d'adressage de colonne des cellules mémoire.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le circuit mémoire comporte, associé à chaque ensemble de bascules, un comparateur de l'adresse contenue dans ledit registre d'adresses correspondant, à une adresse fournie par un bus
5 d'adresses de rangée.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le circuit mémoire comprend une première pluralité d'amplificateurs de lecture disposés chacun entre un premier commutateur respectif et lesdites au moins deux bascules qui lui sont asso-
10 ciées, et une deuxième pluralité d'amplificateurs de lecture disposés chacun entre un deuxième commutateur respectif et lesdites au moins deux bascules qui lui sont associées.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le circuit mémoire comporte une machine d'état propre à adresser
15 successivement les différentes rangées de la matrice.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, les première et deuxième bornes d'entrée/sortie du circuit mémoire sont reliées l'une à l'autre.

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

la figure 1 représente partiellement un mode de réali-
25 sation d'un circuit mémoire dynamique selon la présente invention ; et

la figure 2 représente, de façon plus détaillée, un élément de lecture de ligne de bit du circuit mémoire représenté à la figure 1.

30 Les mêmes éléments ont été désignés par les mêmes références dans les deux figures. Pour des raisons de clarté, seuls les éléments du circuit mémoire qui sont nécessaires à la compréhension de l'invention ont été représentés et seront décrits par la suite.

En figure 1, un circuit mémoire dynamique selon l'invention comprend, de façon classique, un réseau 1 de cellules mémoire contenant plusieurs cellules mémoire individuelles (non représentées). Chaque cellule mémoire comprend généralement un transistor et une capacité. Les cellules mémoire sont typiquement organisées en une matrice de rangées et de colonnes. Chaque cellule mémoire est couplée à une ligne de bit BL (ou colonne), comprenant généralement une paire de lignes complémentaires (une ligne de bit directe BL_D et d'une ligne de bit BL_R dite "ligne de bit de référence" complémentaire), et à une ligne de mot, ou rangée, (non représentée). L'état logique du signal de données présent sur la ligne de bit est déterminé par le niveau de charge du condensateur de la cellule correspondante.

Une mémoire dynamique comprend généralement plusieurs réseaux matriciels 1. Chaque réseau matriciel comprend des décodeurs de rangée (non représentés) chargés de déterminer, à partir d'une adresse de lecture ou d'écriture, la rangée du réseau matriciel ou le mot adressé. Chaque réseau est également associé à des décodeurs de colonne chargés de décoder les adresses pour déterminer la ligne de bit adressée. Chaque colonne comprend une ligne de bit BL.

Par souci de simplification, on ne considérera par la suite qu'une seule matrice de cellules mémoire ayant n colonnes (figure 1). Les éléments qui seront exposés en relation avec cette matrice 1 sont, bien entendu, reproduits sur les autres matrices éventuelles du circuit mémoire.

Selon la présente invention, chaque colonne i, i étant compris entre 1 et n, est associée à quatre bascules (LATCH) B_{i1} , B_{i1}' et B_{i2} , B_{i2}' de mémorisation temporaire d'une donnée lue ou à écrire.

Dans un circuit mémoire classique, des amplificateurs de lecture A_1, \dots, A_n , dont le nombre correspond au nombre de lignes de bits BL du réseau 1, sont intercalés entre les lignes de bits BL et des bornes I/O d'entrée/sortie du circuit mémoire. Le cas échéant, des préamplificateurs supplémentaires sont inter-

calés entre les amplificateurs de lecture et ces bornes d'entrée/sortie. On notera que les amplificateurs A_1, \dots, A_n sont bidirectionnels, et servent également lors de l'écriture de données dans chaque colonne. Ils servent notamment à accélérer le
5 fonctionnement des bascules comme le feraient des préamplificateurs d'un circuit classique.

Selon le mode de réalisation de la présente invention illustré par la figure 1, chaque extrémité de chaque ligne de bit BL_i du réseau 1 est reliée à une borne d'entrée/sortie I/O (I/O_1 pour l'extrémité inférieure et I/O_2 pour l'extrémité supérieure)
10 par un amplificateur A_i (A_{i1} pour l'extrémité inférieure et A_{i2} pour l'extrémité supérieure). Les bornes I/O_1 et I/O_2 seront normalement confondues, comme cela a été représenté en pointillés en figure 1, ou maintenues distinctes pour constituer une mémoire
15 à double accès. Les indices 1 et 2 apparaissant dans la figure 1 désignent respectivement les éléments reliés à la partie inférieure et à la partie supérieure d'une ligne de bit. L'amplificateur A_i est relié à deux bascules B_i et B_i' connectées en parallèle. Ainsi, les bascules B_i et B_i' constituent autour du réseau
20 1 quatre ensembles de bascules $B_{i1}, B_{i1'}, B_{i2}$ et B_{i2}' . Un commutateur C_i est intercalé entre l'amplificateur et la ligne de bit. Le commutateur est commandé par un signal H qui sera décrit par la suite. Un commutateur 2_i ou $2_i'$ est intercalé entre l'amplificateur et la bascule B_i ou B_i' pour permettre une sélection
25 tion de la bascule devant stocker temporairement le bit associé à la colonne.

Comme on le verra par la suite, les bascules ont la même constitution que les amplificateurs de lecture, de sorte que les amplificateurs A_i peuvent être omis dans certaines condi-
30 tions. Les éléments de commutation 2_i des colonnes i sont commandés simultanément par un signal SEL qui sera décrit par la suite. De même, les éléments de commutation $2_i'$ des colonnes i sont commandés simultanément par un signal SEL' qui sera décrit par la suite.

En outre chaque bascule B_i est reliée à une borne d'entrée/sortie I/O (I/O_1 , I/O_2) par une ligne intermédiaire I/O_C (I/O_{1C} , I/O_{2C}) et chaque bascule B_i' est reliée à une borne d'entrée/sortie I/O (I/O_1 , I/O_2) par une ligne intermédiaire I/O_S (I/O_{1S} , I/O_{2S}). La sélection de la ligne I/O_C ou I/O_S devant être
5 raccordée à la ligne I/O s'effectue au moyen d'un élément de commutation 4 (4_1 , 4_2) ou 5 (5_1 , 5_2). Les éléments de commutation 4 et 5 sont commandés par une machine d'état 11 (SM) dont le fonctionnement sera décrit par la suite.

10 Les bascules B_{i1} sont reliées à la ligne I/O_{1C} par l'intermédiaire d'éléments de commutation 6_{i1} commandés par un signal classique Y_i de sélection de colonne. De même, les bascules B_{i1}' sont reliées à la ligne I/O_{1S} par l'intermédiaire d'éléments de commutation $6_{i1}'$ commandés par le signal de
15 sélection de colonne Y_i . Les bascules B_{i2} et B_{i2}' sont reliées de façon similaire aux lignes I/O_{2C} et I/O_{2S} par l'intermédiaire d'éléments de commutation 6_{i2} et $6_{i2}'$ commandés par le signal Y_i . De façon classique dans le fonctionnement d'un circuit mémoire, un seul signal de sélection de colonne Y_i est actif à un instant
20 donné pour sélectionner une colonne du réseau matriciel.

On notera donc que si l'accès aux données des bascules B_{i1} et B_{i1}' depuis la borne d'entrée/sortie I/O_1 s'effectue colonne par colonne au moyen des signaux d'adressage de colonne Y_i , l'écriture ou la lecture des données d'un ensemble de ces
25 bascules par les amplificateurs de lecture est simultanée pour toutes les colonnes d'une même rangée.

Selon l'invention, les quatre ensembles de bascules B_{i1} , B_{i1}' , B_{i2} et B_{i2}' sont destinés à être sélectionnés alternativement, chacun pour des lectures/écritures sur des rangées
30 différentes du réseau..

Chaque signal SEL_1 , SEL_1' , SEL_2 , SEL_2' est obtenu à partir d'une adresse de rangée qui est présente sur un bus RA d'adresses de rangée provenant de l'extérieur ou d'un circuit (non représenté) de génération de cette adresse pour un rafraîchissement, une écriture ou une lecture. L'adresse présente sur
35

le bus RA est envoyée sur des premières entrées de quatre comparateurs $8_1, 8_1', 8_2, 8_2'$ respectivement associés aux ensembles de bascules $B_{i1}, B_{i1'}, B_{i2}, B_{i2}'$. Les deuxièmes entrées des comparateurs $8_1, 8_1', 8_2$ et $8_2'$ reçoivent respectivement des adresses CAdd1, FAdd1, CAdd2, FAdd2, mémorisées dans des registres $9_1, 9_1', 9_2, 9_2'$ destinés à contenir les adresses de rangée correspondant aux données stockées temporairement dans les bascules $B_{i1}, B_{i1'}, B_{i2}, B_{i2}'$. L'écriture des adresses de rangée dans les registres $9_1, 9_1', 9_2, 9_2'$ est effectuée en même temps que le stockage temporaire des données correspondantes dans les bascules $B_{i1}, B_{i1'}, B_{i2}, B_{i2}'$. L'organisation de cette écriture d'adresses de rangée dans les registres $9_1, 9_1', 9_2, 9_2'$ est à la portée de l'homme du métier.

Les comparateurs $8_1, 8_1', 8_2$ et $8_2'$ délivrent chacun un signal à deux états, indicateur du résultat de la comparaison entre l'adresse présente sur le bus RA et l'adresse mémorisée dans les registres $9_1, 9_1', 9_2$ et $9_2'$. Ces signaux sont respectivement combinés par un élément logique $10_1, 10_1', 10_2, 10_2'$ avec un signal R/W indicateur d'une opération de lecture ou d'écriture pour activer ou désactiver les éléments de commutation $2_{i1}, 2_{i1'}, 2_{i2}, 2_{i2}'$. On notera que les registres 9 contiennent toujours des valeurs, qui correspondront soit à des adresses réelles, soit à des valeurs rémanentes sans signification. Un bit de validation (non représenté) produit par la machine d'état 11 sera ainsi utilisé pour valider ou invalider le contenu des registres 9.

Le circuit mémoire de l'invention nécessite, comme une mémoire classique, un rafraîchissement périodique du contenu des cellules mémoire. Pour ce faire, ce circuit est associé à un mécanisme de génération d'adresses de rafraîchissement (non représenté), par exemple, une machine d'état de rafraîchissement classique. Cette machine d'état génère des adresses de rangée internes destinées à rafraîchir les données stockées dans les cellules mémoire. Cette machine d'état de rafraîchissement délivre ses adresses à un sélecteur (non représenté) pour sélectionner une adresse de rangée parmi les adresses de rangée

internes destinées au rafraîchissement et des adresses de rangée
externes destinées à une lecture/écriture, par exemple sous
commande d'un programme. Les adresses de rangée internes fournies
par la machine d'état de rafraîchissement sont indépendantes de
5 l'architecture de la mémoire. On veillera simplement à ce que la
machine d'état de rafraîchissement fournisse toutes les adresses
de rangée pendant une période de rafraîchissement.

En fonctionnement, le sélecteur (par exemple, un multi-
plexeur) transmet une adresse de rangée externe au moyen de
10 décodage de rangée lors d'une opération d'écriture. Lors d'une
opération de lecture, ce sélecteur transmet, soit l'adresse de
rangée interne issue de la machine d'état de rafraîchissement,
soit l'adresse de rangée externe. La commande en fonction de
l'opération à effectuer est classique.

15 Selon l'invention, l'adresse de rangée courante issue
du sélecteur est également envoyée sur le bus RA. La machine
d'état 11 sert entre autres à fournir sur le bus RA l'adresse de
rangée suivante et l'adresse de rangée précédente, et à organiser
le stockage des adresses dans les registres 9_1 , $9_1'$, 9_2 et $9_2'$.
20 La définition de la position des adresses suivante et précédente
est liée à l'organisation de la matrice et à l'utilisation qui
est faite de la mémoire. Il peut par exemple s'agir d'adresses
consécutives physiquement ou temporellement.

La fonction d'un signal H (H_1 ou H_2) est d'isoler la
25 structure d'écriture/lecture correspondante formée par l'amplifi-
cateur A et les bascules B et B'. Lorsque ce signal H est activé,
il est possible, à travers l'amplificateur A, de lire une donnée
dans la colonne et de la stocker dans la bascule B ou B', ou bien
d'écrire dans la colonne la donnée stockée dans la bascule B ou
30 B'. Lorsque le signal H est inactivé, l'amplificateur A est isolé
de la colonne.

La fonction des signaux SEL et SEL' est d'activer ou
désactiver la bascule B ou B' correspondante. Lorsqu'elle est
activée, la bascule B ou B' charge une donnée, par exemple
35 provenant de l'amplificateur de lecture A. Lorsqu'elle est

désactivée, la bascule B ou B' se trouve isolée de l'amplificateur de lecture A.

On suppose que le signal H1 est actif, et que le signal H2 est inactif. Seule la première structure d'écriture/lecture est sélectionnée, la seconde est isolée du réseau mémoire 1.

En lecture, lors de l'adressage d'une rangée courante au moyen du bus RA, le contenu de toute la rangée courante adressée est transféré dans le premier ensemble de bascules B_1 . Dans cette phase, les adresses de rangée disponibles respectivement dans le registre 9_1 et sur le bus RA sont identiques, car fixées simultanément par le même moyen. Le signal SEL_1 sélectionne alors le premier ensemble de bascules B_1 . Les éléments de commutation 2_1 sont passants, de préférence uniquement pendant la période nécessaire au stockage des données dans les bascules B_1 , c'est-à-dire généralement une partie d'un cycle d'horloge. Par ce stockage intermédiaire, le décodeur de rangées et les amplificateurs de lecture A_1 sont disponibles et peuvent être utilisés à d'autres fins, par exemple pour rafraîchir le réseau mémoire pendant la lecture par rangée, colonne après colonne (autrement dit, par page), des données contenues dans le premier ensemble de bascules.

De plus, dès que les données de la rangée courante ont été transférées vers les bascules B_1 , la machine d'état 11 peut générer, sur le bus RA, l'adresse suivante de rangée dans le réseau mémoire 1. Cet adressage en lecture provoque la copie du contenu des cellules mémoire de cette rangée suivante dans le deuxième ensemble de bascules B_1' , l'adresse $FAdd_1$ du registre $9_1'$ étant alors identique à l'adresse de rangée présentée sur le bus RA.

De même, dès que les données de la rangée suivante ont été transférées vers les bascules B_1' , la machine d'état 11 peut désactiver H1, activer H2 et générer sur le bus RA l'adresse précédente de rangée dans le réseau mémoire 1. Cet adressage en lecture provoque la copie du contenu des cellules mémoire de cette rangée précédente dans le premier ensemble de bascules B_2 ,

l'adresse $CAdd_2$ du registre 9_2 étant alors identique à l'adresse de rangée présente sur le bus RA.

Pendant la lecture par page des données de la première rangée stockées dans l'ensemble de bascules B_1 , les éléments de commutation 2_1 sont bloqués de manière à isoler les bascules B_1 des amplificateurs de lecture. Les éléments de commutation 4_1 sont passants pour affecter la ligne d'entrée/sortie I/O_C à la borne d'entrée/sortie I/O. Les éléments de commutation 6_1 des différentes colonnes i sont successivement rendus passants par la sélection de colonne opérée par les signaux Y_i . Pendant cette période de lecture de la rangée, les éléments de commutation 5_1 , 4_2 et 5_2 sont bloqués de manière à isoler les sorties des bascules des ensembles B_1' , B_2 et B_2' des bornes d'entrée/sortie I/O_1 et I/O_2 du circuit mémoire.

Lors de la copie des données de la rangée suivante dans les bascules B_1' , les éléments de commutation $2_1'$ sont passants uniquement pendant la période nécessaire à ce stockage, c'est-à-dire généralement une partie d'un cycle d'horloge. De même, lors de la copie des données de la rangée précédente dans les bascules B_2 , les éléments de commutation 2_2 sont passants uniquement pendant la période nécessaire.

L'information contenue dans les ensembles de bascules B_1' et B_2 est, par conséquent, immédiatement disponible dès que la rangée correspondante est adressée. L'ensemble de bascules B_1' ou B_2 devient automatiquement l'ensemble de bascules courantes et les ensembles de bascules B_1 et B_2' deviennent alors les ensembles de bascules destinées à stocker les données des rangées suivante et précédente.

Si l'adresse externe suivante ne correspond pas aux adresses de rangée stockées dans les registres $9_1'$ et 9_2 , la lecture s'effectue de façon classique par l'adressage de rangées de cellules mémoire et, dans ce cas, la présence des registres n'apporte aucun gain de temps.

Si l'adresse externe de lecture suivante correspond à l'adresse stockée dans le registre $9_1'$ ou 9_2 , la concordance des

adresses est automatiquement détectée au moyen du comparateur $8_1'$ ou 8_2 et permet l'accès immédiat aux données contenues dans l'ensemble de bascules B_1' ou B_2 qui sont alors lues par page, comme pour la première lecture.

5 On remarquera qu'une opération de lecture dans une bascule B ne demande pas, comme une opération de lecture dans une colonne, de charger de longues pistes métalliques telles que les lignes de bit, et qu'elle est donc notablement plus rapide. Selon la présente invention, on réalise un gain de temps considérable
10 en copiant, en un seul accès au réseau mémoire, les données d'une rangée dans un ensemble de registres, puis en lisant très rapidement les données dans chaque registre de l'ensemble, plutôt que d'effectuer selon l'état de la technique autant d'accès au réseau mémoire que l'on veut faire de lectures.

15 On se place à nouveau dans le cas d'opérations de lecture, la première structure d'écriture/lecture (A_{i1} , B_{i1} , B_{i1}') étant sélectionnée par le signal H1. Lors de la sélection des bascules B_1 (ou B_1') par l'intermédiaire du signal SEL_1 (ou SEL_1'), les données sont stockées dans les bascules correspondan-
20 tes en étant fournies par l'amplificateur de lecture.

La machine d'état 11 est prévue pour que le signal SEL_1 ou SEL_1' ne reste pas dans l'état de sélection plus d'un ou quelques cycles d'horloge. Par conséquent, l'amplificateur de lecture de la structure sélectionnée est isolé de la bascule B_1
25 ou B_1' considérée. Pendant la lecture par page de la copie des données stockées dans les bascules B_1 ou B_1' , on peut démarrer une phase de rafraîchissement grâce à la machine d'état de rafraîchissement, ou sélectionner la deuxième structure d'écriture/lecture (A_{i2} , B_{i2} , B_{i2}') pour stocker des données dans les
30 bascules B_2 ou B_2' . Lors d'une phase de rafraîchissement, les adresses de rangée précédemment disponibles sur les décodeurs de rangées sont remplacées par des adresses de rangée générées en interne par la machine d'état de rafraîchissement. Les adresses de rangée externes restent bien entendu dans le registre d'adres-
35 ses 9_1 , $9_1'$, 9_2 ou $9_2'$ en cas d'opération d'écriture. La machine

d'état de rafraîchissement produit ainsi les différentes adresses de rangée pour synchroniser les accès destinés au rafraîchissement.

Pendant une opération d'écriture, si l'adresse de la
5 rangée dans laquelle on veut écrire n'est pas contenue dans un des registres 9_1 , $9_1'$, 9_2 ou $9_2'$, l'opération est une opération d'écriture classique et l'adresse doit être présente dans le décodeur de rangées de manière à permettre le stockage des nouvelles données dans les cellules mémoire concernées. La
10 machine d'état de rafraîchissement, de même que la machine d'état 11 de commande des ensembles de bascules B et B', sont désactivées pendant ces phases d'écriture classiques.

Si par contre l'adresse de la rangée dans laquelle on veut écrire est contenue dans un des registres 9_1 , $9_1'$, 9_2 ou
15 $9_2'$, alors il est possible de stocker les nouvelles données dans l'ensemble de bascules B_1 , B_1' , B_2 , B_2' correspondant à la rangée désirée, puis d'écrire en une seule fois le contenu de cet ensemble de bascules dans la rangée désirée du réseau mémoire 1. On notera que cette opération d'écriture de rangée s'effectue en
20 parallèle sur toutes les colonnes du réseau mémoire 1, et qu'elle ne prend pas plus de temps qu'une opération classique d'écriture dans une seule colonne. D'autre part, une opération d'écriture dans une bascule B ne demande pas, comme une opération d'écriture dans une colonne, de charger de longues pistes métalliques,
25 telles que les lignes de bit, et elle est donc notablement plus rapide.

Selon la présente invention, on réalise un gain de temps considérable en effectuant très rapidement des écritures dans un ensemble de registres correspondant à une rangée, puis en
30 écrivant la rangée en un seul accès différé au réseau mémoire, plutôt que d'effectuer selon l'état de la technique autant d'accès au réseau mémoire que l'on veut faire d'écritures.

Lorsque l'on veut réaliser une écriture dans le réseau mémoire au moyen d'un amplificateur A, ce dernier est mis en mode
35 d'écriture, à un niveau de tension dit niveau de précharge.

L'amplificateur est sélectionné à un instant prédéterminé avant l'opération d'écriture pour lui laisser le temps d'atteindre ce niveau de tension. Selon la présente invention, si un ensemble d'amplificateurs A_1 de l'une des structures d'écriture/lecture
5 est sélectionné en préparation d'une écriture et est rendu indisponible pour une autre utilisation, cette structure est isolée du réseau mémoire et l'autre structure d'écriture/lecture est reliée au réseau mémoire, par exemple pour y effectuer une opération de rafraîchissement. Cette caractéristique permet à la machine
10 d'état de rafraîchissement de travailler sans la contrainte liée à l'indisponibilité des amplificateurs avant une écriture.

Le fait de n'écrire que dans les registres et non directement dans le réseau mémoire libère les amplificateurs pour d'autres tâches comme un rafraîchissement, des écritures dans
15 d'autres registres ou depuis d'autres registres. Cela permet d'écrire très rapidement dans un ensemble de registres, et de reporter à un instant ultérieur, c'est-à-dire lorsque les amplificateurs sont à nouveau disponibles, l'écriture des données contenues dans l'ensemble de registres dans la rangée correspondante du réseau.
20

Comme on l'a précédemment mentionné, on dispose en permanence de trois ensembles de registres contenant respectivement les données d'une rangée courante, d'une rangée suivante et d'une rangée précédente. Il est ainsi possible selon la présente
25 invention d'avoir accès à tout instant à plusieurs mots stockés dans la mémoire (c'est ce que l'on appelle une profondeur de "burst" élevée). Cela permet une grande souplesse dans l'organisation et la gestion de la mémoire.

On notera qu'il est possible de prévoir un plus grand
30 nombre d'ensembles de bascules commandés de façon circulaire, si on souhaite pouvoir stocker un plus grand nombre de rangées de cellules mémoire temporairement. Le nombre d'ensembles de bascules dépend de l'application et de la vitesse de lecture souhaitée, ainsi que d'un compromis à accepter entre l'amélioration des

performances et l'accroissement de la complexité et de la surface.

On notera également que si, dans la plupart des cas, les adresses suivante et précédente sont l'adresse courante plus ou moins 1, on peut également prévoir la machine d'état 11 pour que l'adresse suivante corresponde à un écart supérieur à 1. Le choix d'un tel écart peut correspondre à des applications particulières dans lesquelles, statistiquement, les adresses consécutivement utilisées sont différentes d'un nombre supérieur à 1.

Un avantage de la présente invention est qu'en prévoyant deux structures d'écriture/lecture destinées à stocker temporairement les données lues ou devant être écrites dans la mémoire, l'opération de rafraîchissement peut intervenir pendant l'échange de données avec l'extérieur de la mémoire.

Un autre avantage de la présente invention est qu'en prévoyant plusieurs bascules de stockage temporaire par colonne, et en associant ces bascules à des registres d'adresses de rangée, il est possible d'accélérer considérablement la lecture et l'écriture de données dans le réseau mémoire. La présente invention tire profit du fait que, dans la plupart des programmes, les adresses traitées correspondent à des adresses consécutives en mémoire. De façon statistique, cela se vérifie à près de 100% pour l'adressage d'une mémoire vidéo et à environ 80% pour les autres applications. On réduit ainsi considérablement les délais d'attente liés au rafraîchissement de la mémoire et on réduit, de façon statistique, les temps d'accès à la mémoire.

Un autre avantage de la présente invention est qu'elle n'augmente que très faiblement l'encombrement du circuit mémoire. On peut considérer que l'augmentation de la taille du circuit mémoire est de l'ordre de $1/500^{\text{ème}}$, ce qui constitue un faible prix à payer pour les avantages que procure l'invention.

La figure 2 représente un amplificateur de lecture A relié à une extrémité d'une ligne de bit BL par l'intermédiaire

d'un commutateur C, et associé à deux bascules B et B'. Une ligne de bit est composée d'une ligne de bit directe BL_D et une ligne de bit BL_R dite "ligne de bit de référence" complémentaire. Le commutateur C est composé d'un élément de commutation C_D sur la
 5 ligne BL_D et d'un élément de commutation complémentaire C_R sur la ligne BL_R . Des éléments de commutation 3, 3', 7 et 7' traitent les signaux complémentaires des signaux traversant les éléments de commutation 2, 2', 6 et 6'. Des signaux $\overline{I/O_C}$ et $\overline{I/O_S}$ sont les signaux complémentaires des signaux I/O_C et I/O_S décrits en
 10 relation avec la figure 1.

Comme il ressort de la figure 2, un amplificateur de lecture A est généralement formé de deux inverseurs 20, 21 couplés en antiparallèle entre des lignes de bit complémentaires BL_D , BL_R . Selon un mode de réalisation de l'invention, chaque
 15 bascule B comprend également une paire d'inverseurs 22, 23 montés en antiparallèle entre deux lignes complémentaires BS et BSR. De même, chaque bascule B' comprend deux inverseurs 22', 23' montés en antiparallèle entre deux lignes complémentaires BS', BSR'. Ainsi, chaque bascule B, B' a une structure similaire à celle
 20 d'un amplificateur de lecture. C'est pourquoi, comme cela a été indiqué précédemment, les inverseurs 20, 21 peuvent être omis, à condition d'adapter les inverseurs des bascules B et B' pour pouvoir charger les lignes de bit.

Dans le mode de réalisation représenté en figure 2, les
 25 différents éléments de commutation sont réalisés au moyen de transistors MOS. Les transistors constitutifs des éléments de commutation C_D , C_R ont leurs grilles reliées ensemble, celles-ci recevant le signal H susmentionné. Les transistors constitutifs des éléments de commutation 2, 3 ont leurs grilles reliées ensemble à la sortie d'un élément 10 (figure 1), ces grilles recevant
 30 un signal SEL. Ces transistors sont intercalés entre la paire d'inverseurs 20, 21 de l'amplificateur de lecture et la paire d'inverseurs 22, 23 de la bascule B. Les transistors constitutifs des éléments de commutation 6, 7 sont respectivement intercalés
 35 entre la paire d'inverseurs 22, 23 constitutive de la bascule B

et les lignes I/O_C , $\overline{I/O_C}$. Les transistors constitutifs des éléments de commutation 2', 3' sont commandés par le signal SEL', leurs grilles respectives étant reliées à la sortie d'un élément 10'. Ces transistors sont intercalés entre la paires d'inverseurs 5 20, 21 de l'amplificateur de lecture et la paire d'inverseurs 22', 23' de la bascule B'. Les transistors constitutifs des éléments de commutation 6', 7' sont respectivement intercalés entre la paire d'inverseurs 22', 23' de la bascule B' et les lignes d'entrée/sortie I/O_S , $\overline{I/O_S}$. Les grilles des transistors 10 constitutifs des éléments 6, 7, 6' et 7' sont toutes commandées par le signal de sélection de colonne (par exemple Y1).

Bien entendu, la présente invention est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, la réalisation pratique des machines 15 d'état nécessaires à la commande du circuit mémoire est à la portée de l'homme du métier à partir des indications fonctionnelles données ci-dessus. De plus, d'autres éléments de commutation ou de stockage temporaire, tels que respectivement des transistors ou des inverseurs, pourront être utilisés pourvu 20 qu'ils respectent les caractéristiques fonctionnelles exposées précédemment.

REVENDICATIONS

1. Circuit de mémoire dynamique comprenant une pluralité de cellules mémoire organisées en un réseau matriciel, caractérisé en ce qu'il comprend des commutateurs ($C_1 ; C_2$) pour associer à chaque extrémité de chaque colonne du réseau matriciel, au moins deux bascules ($B_1, B_1' ; B_2, B_2'$) commandées
5 indépendamment l'une de l'autre, pour mémoriser des données écrites ou lues dans la colonne considérée.

2. Circuit mémoire selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites bascules sont regroupées en deux
10 couples d'ensembles ($B_1, B_1' ; B_2, B_2'$), chaque ensemble étant associé à un registre ($9_1 ; 9_1' ; 9_2 ; 9_2'$) de stockage de l'adresse de rangée des données contenues dans cet ensemble de bascules.

3. Circuit mémoire selon la revendication 2, caractérisé en ce que les deux couples d'ensembles de bascules sont
15 respectivement associés à un premier et à un deuxième couple de lignes d'entrée/sortie ($I/O_{1C}, I/O_{1S} ; I/O_{2C}, I/O_{2S}$) propres à être connectées séparément à une première et à une deuxième borne ($I/O_1 ; I/O_2$) d'entrée/sortie du circuit mémoire.

4. Circuit mémoire selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce qu'il est prévu pour que l'accès au réseau
20 matriciel pour un ensemble de bascules ($B_1 ; B_1' ; B_2 ; B_2'$) s'effectue simultanément pour toutes les bascules de l'ensemble.

5. Circuit mémoire selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce qu'il est prévu pour que
25 l'accès aux données contenues dans un ensemble de bascules ($B_1 ; B_1' ; B_2 ; B_2'$) depuis l'extérieur du circuit s'effectue individuellement, chaque bascule d'un même ensemble étant sélectionnée individuellement par un signal d'adressage de colonne ($Y_1, \dots,$
30 Y_n) des cellules mémoire.

6. Circuit mémoire selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte, associé à chaque ensemble de bascules ($B_1 ; B_1' ; B_2 ; B_2'$), un comparateur de l'adresse contenue dans ledit registre d'adresses

correspondant, à une adresse fournie par un bus d'adresses de rangée (RA).

7. Circuit mémoire selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend :

5 une première pluralité d'amplificateurs de lecture (A_1)
disposés chacun entre un premier commutateur respectif (C_1) et
lesdites au moins deux bascules (B_1, B_1') qui lui sont associées,
et

10 une deuxième pluralité d'amplificateurs de lecture (A_2)
disposés chacun entre un deuxième commutateur respectif (C_2) et
lesdites au moins deux bascules (B_2, B_2') qui lui sont associées.

8. Circuit mémoire selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte une machine d'état (11) propre à adresser successivement les différentes rangées de la matrice.

15 9. Circuit mémoire selon l'une quelconque des revendications 3 à 8, caractérisé en ce que les première et deuxième bornes d'entrée/sortie ($I/O_1 ; I/O_2$) du circuit mémoire sont reliées l'une à l'autre.

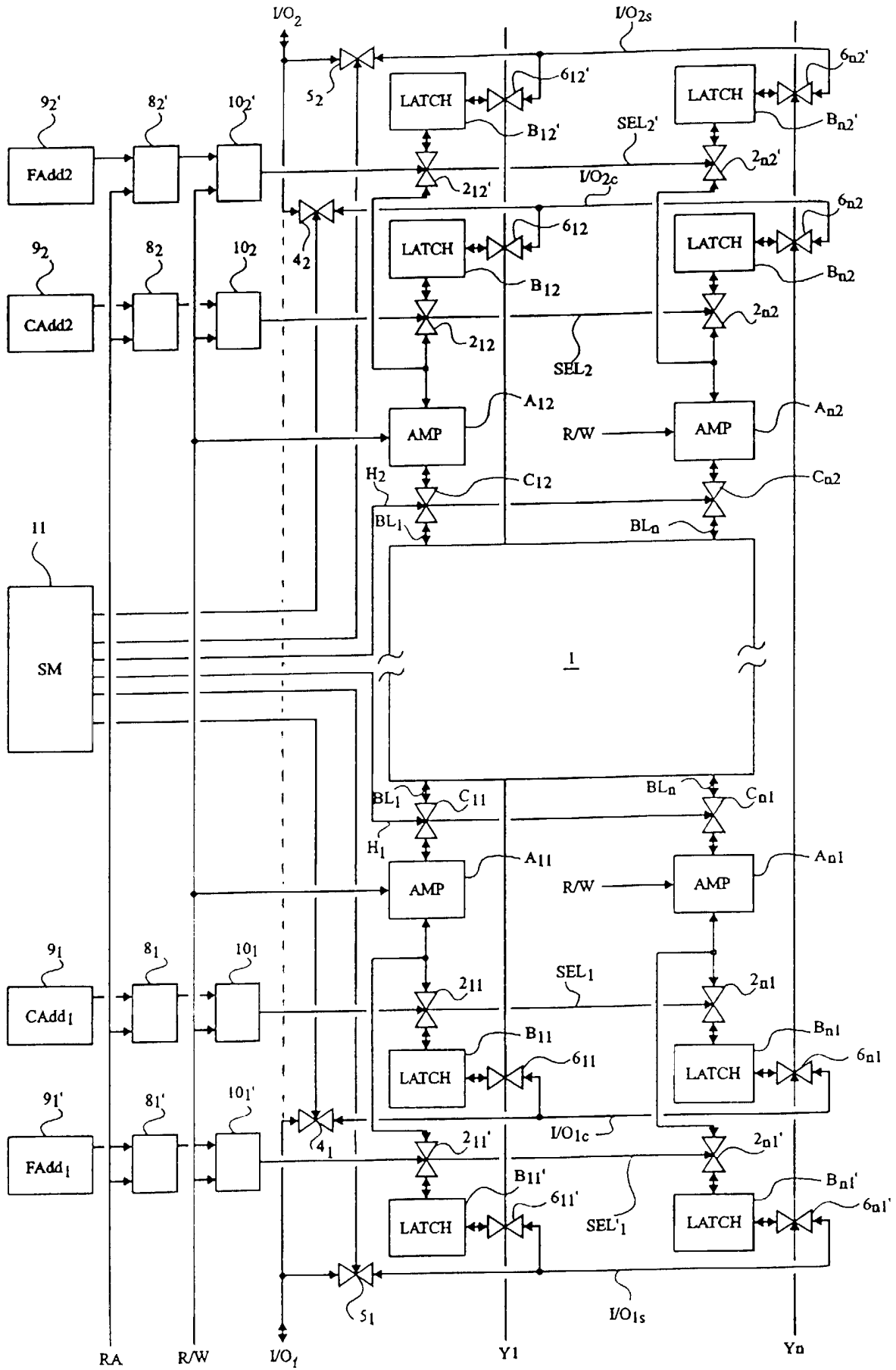


Fig 1

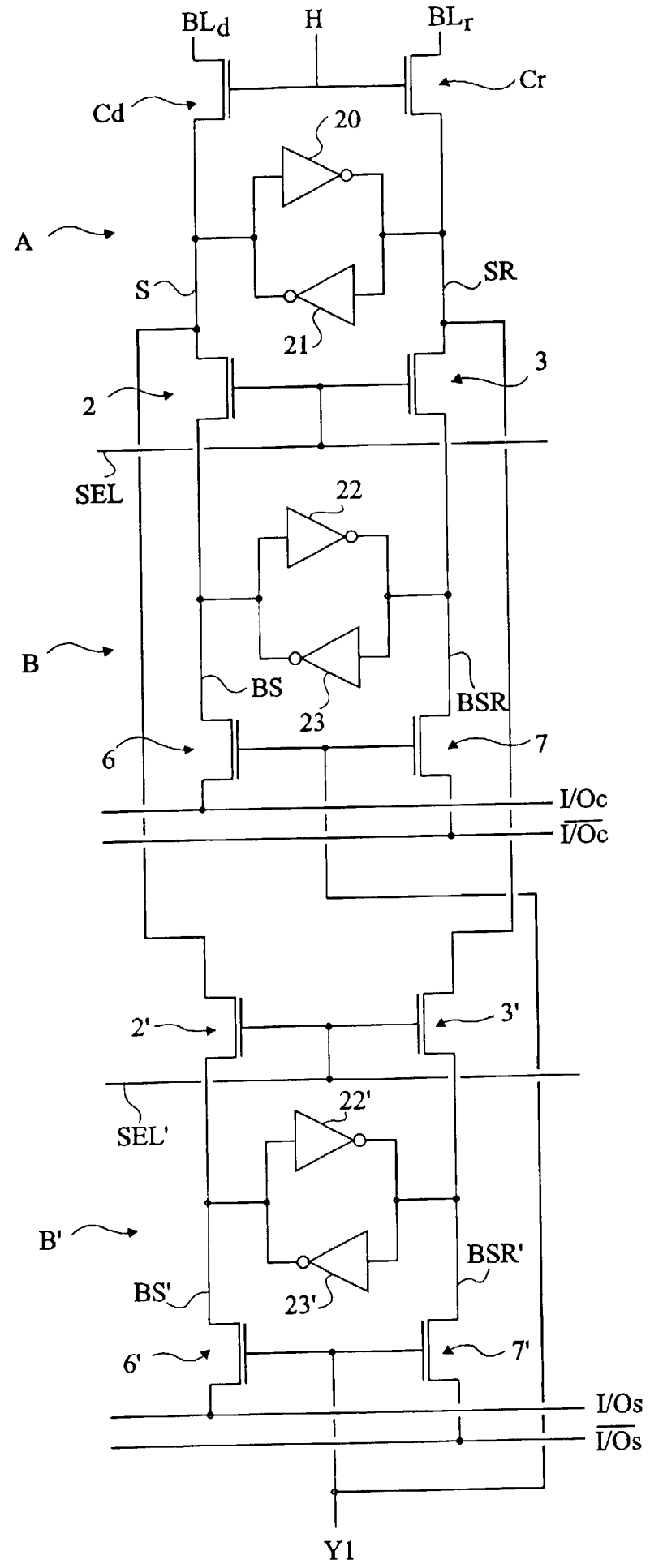


Fig 2

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 558603
FR 9804008

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	US 4 649 516 A (LING DANIEL T ET AL) 10 mars 1987 * abrégé * * figures 1,2,5A * * colonne 2, ligne 20 - ligne 46 * * colonne 3, ligne 1 - ligne 68 * * revendications 1,2,7 * ---	1
Y	US 5 625 594 A (CHOI GO-HEE ET AL) 29 avril 1997 * colonne 3, ligne 1 - colonne 4, ligne 19 * * colonne 7, ligne 62 - colonne 8, ligne 67 * * figure 6 *	1
A	EP 0 499 256 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 19 août 1992 * abrégé * * colonne 8, ligne 28 - ligne 44 * * colonne 10, ligne 46 - colonne 12, ligne 10 * * figures 7,12 * ---	1
A	US 5 226 147 A (ASAKURA MIKIO ET AL) 6 juillet 1993 * abrégé * * figure 7 * * colonne 8, ligne 40 - colonne 9, ligne 23 * -----	6,8
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		G11C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
13 janvier 1999		Colling, P
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPO FORM 1503 03.92 (P04C13)