

Les capteurs d'images CCD et Cmos

Tirés entre les applications scientifiques et industrielles et les marchés de masse, les capteurs d'images se sont largement perfectionnés et diversifiés. Confrontée à la maturité de la technologie CCD, apparue il y a plus de vingt-cinq ans, la filière Cmos peut faire valoir son caractère économique.

Le grand public connaît les capteurs d'images ou rétines électroniques par le biais de produits multimédias, dans lesquels ils ont rapidement remplacé les tubes de prise de vue vidicon, plumbicon et autres (caméscopes, caméras vidéo légères), ou dont ils ont permis l'émergence (photo numérique, webcams...). Hormis ces applications où la prouesse se situe surtout au niveau du faible coût, on rencontre les capteurs d'images dans une multitude de domaines industriels, scientifiques et professionnels où la performance est une nécessité absolue qui donne toujours du fil à retordre aux concepteurs : astronomie, microscopie, biologie (analyses par fluorescence), radiographie, physique nucléaire, reconnaissance de formes, contrôle dimensionnel, photographie professionnelle, télévision à haute définition, télécinéma, etc.

Quand on parle de capteur d'images, on pense le plus souvent à des arrangements matri-

ciels de cellules photosensibles. Ce serait oublier un peu vite tout ce qu'il est possible de réaliser avec des arrangements linéaires, dans le domaine de la lecture de codes barres ou du contrôle industriel, voire de l'imagerie pure (scanners). L'un des plus beaux exemples est donné par les satellites d'observation Spot, dont les images à haute résolution sont obtenues par des barrettes CCD et un balayage par miroir mécanique tournant.

Dans ce « Dossier », nous avons considéré tous les semi-conducteurs capteurs d'images. Nous avons exclu les photodiodes et thermopiles comprenant une très petite quantité d'éléments photosensibles, de même que les sous-ensembles d'imagerie comme les modules et têtes de caméras incluant plusieurs composants. En revanche, nous avons inclus les circuits intégrés monolithiques comprenant l'ensemble de l'électronique nécessaire à la réalisation d'une caméra complète. Nous avons également pris en compte les capteurs linéaires



National Semiconductor propose une gamme complète de capteurs d'images Cmos. Ainsi ce modèle couleur LM9648 de définition SXGA+, destiné aux caméras embarquées.

(barrettes), mais nous avons écarté les capteurs à contact (contact image sensors, CIS) utilisés dans les scanners bon marché et les télécopieurs.

Trois familles de dispositifs à transfert de charges

Les CCD (Charge coupled devices) sont avant tout des composants intégrés qui permettent le transfert individuel de paquets de charges électriques sur une certaine distance physique, tout en conservant l'intégrité de chaque paquet. Dans les capteurs d'images, ils n'interviennent pas toujours directement dans le processus de captation. Mais, dans le processus de construction du signal vidéo, ils collectent les

charges photoélectriques et organisent leur succession dans un ordre simulant un balayage de la surface photosensible.

Bien entendu, ce phénomène n'est pas absolument parfait et peut se qualifier, pour chaque étage, par le rendement de transfert à chaque cycle (CTE, Charge transfer efficiency) ou l'inverse (CTI, Charge transfer inefficiency, $CTI = 1 - CTE$). Même si la valeur du CTE peut paraître proche de l'unité, c'est-à-dire de la perfection, les lignes CCD sont souvent très longues et cumulent l'ensemble des imperfections, de telle sorte que le CTE global pour une ligne de N cellules vaut CTE^N . Le transfert s'effectue au rythme de plusieurs horloges qui constituent une difficulté de la mise en

œuvre des CCD. En effet, elles sont polyphasées et nécessitent un timing particulier. Il existe des CCD à quatre, trois et deux phases avec, dans ce dernier cas, une distinction entre le « vrai » et le « faux » CCD à deux phases.

Plusieurs topologies sont possibles. En technologie « plein cadre » (full-frame CCD), la construction est assez simple puisque les lignes CCD « verticales » jouent à la fois le rôle de capteurs de lumière – les condensateurs des cellules CCD sont photosensibles mais ont une efficacité

moindre aux faibles longueurs d'onde du fait des électrodes en silicium polycristallin, qui ne sont que semi-transparentes – et de moyen de transmission des charges (figure 1). L'avantage est un rendement global intéressant, puisque presque toute la surface est sensible : le fill factor ou facteur de remplissage, rapport de la surface totale du circuit intégré, est proche de 100%. Mais il est nécessaire d'avoir un obturateur optique pour fixer précisément le temps d'intégration et éliminer toute lumière incidente pendant le transfert des charges.

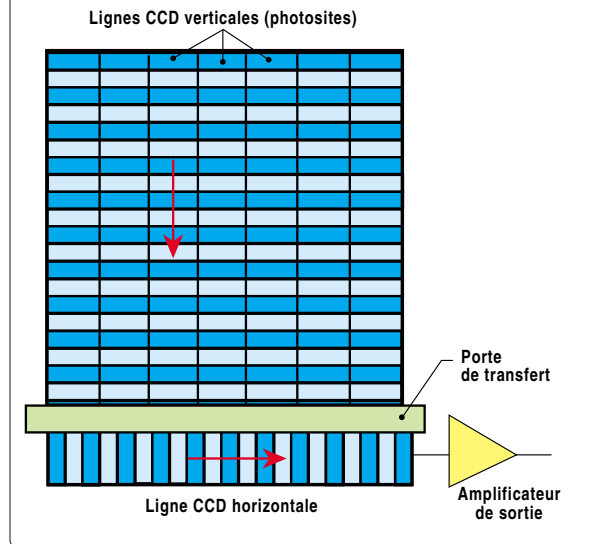
La rétine CCD à transfert de trames (full-frame transfer CCD) est similaire, mais elle utilise en plus un second jeu de lignes CCD « verticales », masquées par une couche métallique opaque (figure 2). A la fin du temps de pose, on transfère très rapidement l'image électronique acquise dans la matrice photosensible vers la matrice aveugle. Cela permet ensuite de recommencer une acquisition, pendant que la matrice aveugle transmet l'image vers la sortie au rythme « normal ».

Dans le capteur interligne, les CCD verticaux « aveugles » ne sont pas disposés sous la forme d'une matrice compacte comme dans la technique précédente, mais sont intercalés entre les sites photosensibles disposés en rangées verticales (figure 3). L'efficacité diminue puisque le facteur de remplissage baisse sensiblement dans cet arrangement. On remarquera toutefois que le

Rétine CCD « full-frame »

Dans ce type de capteur, les lignes CCD verticales sont photosensibles et assurent un « fill factor » voisin de 100% (doc. Kodak).

FIGURE 1



capteur CCD plein cadre ne permet pas le balayage entrelacé cher à la télévision standard (ITU-R 601). Des variantes similaires s'appliquent aux capteurs linéaires.

De multiples sources de bruit

Un capteur d'images est avant tout un transducteur de lumière et son efficacité de conversion se chiffre en terme de rendement quantique. Il s'agit du rapport entre le nombre de photoélectrons générés par chaque cellule rapporté au nombre de photons incidents. La sensibilité du capteur est une combinaison du rendement quantique et du facteur de conversion entre la charge électrique collectée et la tension de sortie.

A l'inverse, pour les signaux d'amplitude trop élevée, on observe un phénomène d'éblouissement à la saturation. Les condensateurs emmagasinent une charge excessive qui a alors tendance à s'écouler dans les cellules voisines, créant ainsi des effets de halo (blooming) ou de traînée (smear) particulièrement gênants sur les images à fort contraste. Des structures anti-halos sont créées sur les CCD pour écouler en toute sécurité les charges excessives. Des séquençements particuliers au niveau des horloges peuvent éga-

l'effet antiéblouissement, parfois moins efficace aux fréquences images élevées.

Dans un capteur d'images, il y a une multitude de sources de bruit. - Le bruit photonique (shot noise) est dû à l'arrivée aléatoire des photons. L'intervalle entre photons successifs étant gouverné par la loi de Poisson, l'incertitude sur le nombre de photons collectés en un temps T est simplement $\sigma_{\text{shot}} = \sqrt{S}$ où σ_{shot} est le bruit et S le signal, les deux exprimés en électrons.

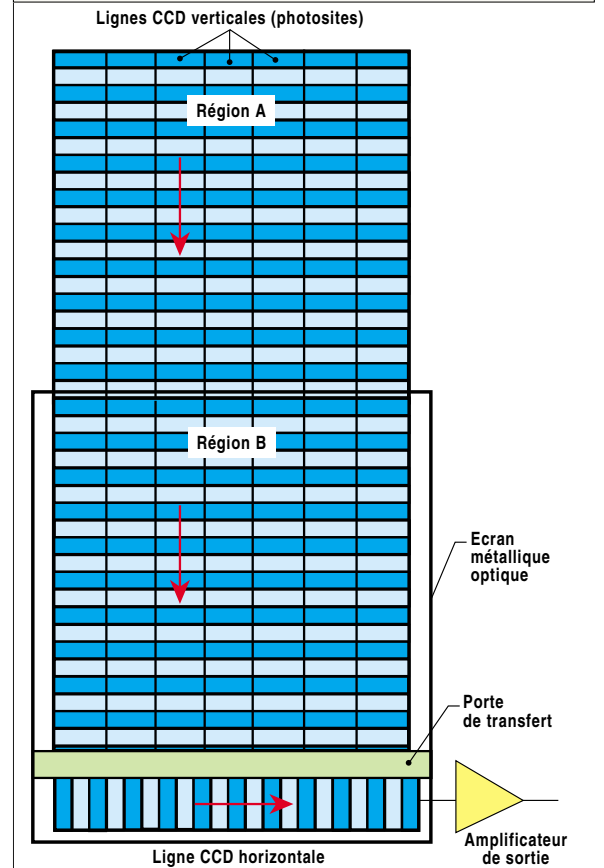
- Le bruit de remise à zéro est engendré par le transistor Mos qui établit la tension de référence aux bornes du condensateur de conversion des charges collectées.

- Concernant l'amplificateur de sortie, il y a deux sources de bruit : le bruit blanc d'origine thermique et le bruit en $1/f$. Ce dernier est généralement prépondérant dans

Capteur CCD à transfert de trames

FIGURE 2

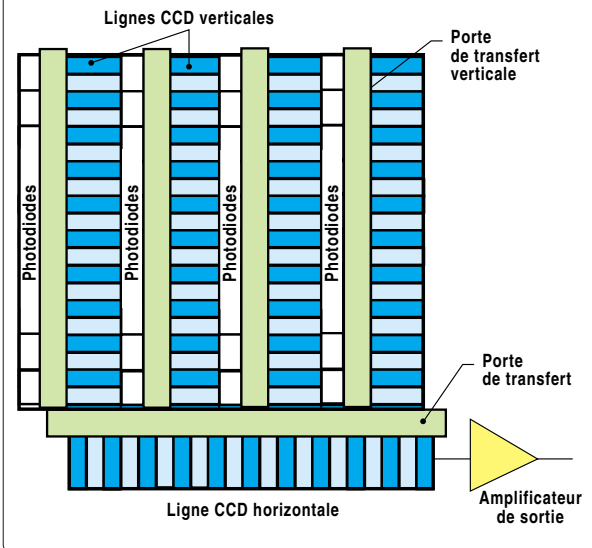
Une seconde matrice, rendue aveugle par un masque métallique, reçoit l'ensemble de l'image collectée par la première entre les intervalles d'exposition. Le facteur de remplissage est également voisin de 100%, mais dans la zone sensible uniquement (doc. Kodak).



Rétine CCD «interligne»

FIGURE 3

La fonction de transfert est assurée par des lignes CCD verticales disposées entre les rangées d'éléments photosensibles. Le facteur de remplissage est considérablement dégradé, mais on gagne beaucoup en souplesse d'utilisation avec plusieurs résolutions d'images possibles (doc. Kodak).



les applications où la fréquence du point est inférieure à 1 MHz.

- Le bruit d'horloge provient de la diaphonie entre les signaux et les lignes qui véhiculent les signaux de séquençement, porteurs d'une énergie importante.
- Le courant d'obscurité résulte d'imperfections ou d'impuretés dans le substrat de silicium ou à l'interface entre le silicium et la silice. Ces sites introduisent des états électroniques dans la bande interdite, qui se comportent comme des tremplins pour accéder dans la bande de conduction à partir de la bande de valence et augmentent le signal collecté par les photosites. Cet effet étant essentiellement de nature thermique –le courant d'obscurité double tous les 6 à 9°C selon la technologie–, la meilleure façon de diminuer le courant d'obscurité d'un CCD est de le refroidir. Le courant d'obscurité engendre deux types de bruits : le bruit de non-uniformité, lié au fait que le courant d'obscurité peut, dans une image, varier d'un point à un autre (on peut l'éliminer par soustraction du motif de bruit de courant d'obscurité enregistré à la même température et avec le même temps d'exposition que l'image à acquérir). Toutefois, en chaque point, le courant

d'obscurité a une composante aléatoire similaire au bruit photonique. Par conséquent, la soustraction du motif de non-uniformité augmente ce bruit d'un rapport $\sqrt{2}$.

- La non-uniformité de la réponse photoélectronique (PRNU) a un effet similaire à celui de la non-uniformité du courant d'obscurité, mais il est multiplicatif au lieu d'être additif. On peut le compenser en uniformisant artificiellement le gain global, au prix d'un accroissement d'un facteur $\sqrt{2}$ du bruit photonique.

Capteurs Cmos : les avantages de l'intégration et du faible coût

Les rétines CCD nécessitent la mise en œuvre d'un processus de fabrication particulier et imposent un adressage séquentiel de l'ensemble des points de l'image. La conversion charge -> tension et l'amplification du photosignal se fait juste avant la sortie.

Au contraire, les capteurs Cmos utilisent une méthode de traitement décentralisé au niveau de chaque photosite, mettent en œuvre un processus standard et autorisent l'accès aléatoire à chaque point de l'image, ainsi que l'intégration de fonctions de haut niveau. Le concept de base

est celui de « pixel actif » (ou APS pour active-pixel sensor), qui associe au sein de chaque photosite au minimum un capteur de lumière (photodiode ou condensateur Mos photosensible) et un amplificateur. Une matrice de commutation répartie sur l'ensemble de la puce permet d'accéder à chaque point. Des fonctions plus avancées peuvent aussi être intégrées soit localement (obturateur électronique constitué par un échantillonneur-bloqueur au niveau de chaque site), soit ailleurs sur la puce (convertisseur A/N, générateur de synchronisation vidéo, DSP...).

Les rétines Cmos ont des avantages déterminants : outre l'inté-

gration possible de l'ensemble des fonctions d'une caméra dans un seul boîtier, ils ont un coût très favorable et des résolutions potentiellement très élevées. Des capteurs « intelligents », irréalisables avec la technologie CCD, rendent des services considérables en vision artificielle. Néanmoins, leur gros inconvénient est d'avoir un facteur de remplissage d'emblée inférieur à celui des CCD. Il en résulte qu'ils sont moins adaptés pour les applications scientifiques et industrielles délicates en faible lumière. On doit cependant s'attendre à un développement massif de ce type de rétine pour tous les appareils nomades appelés à capter des

images et les envoyer par courrier électronique : téléphones portables, assistants personnels...

La couleur en plus

Bien évidemment, les rétines électroniques sont intrinsèquement monochromes. Elles sont rendues aptes à la couleur au moyen de filtres déposés sur leur surface. Ces filtres sont composés d'une mosaïque disposée judicieusement au-dessus de chaque cellule photosensible, avec une organisation du système de collecte de charges (CCD) ou d'adressage (Cmos) permettant de récupérer une image complète dans chacune des couleurs primaires.

Le choix naturel des couleurs des filtres est rouge, vert, bleu. Toutefois, ces filtres sont très absorbants et il a été proposé, pour améliorer le rendement quantique des capteurs d'images en couleurs, d'utiliser les couleurs complémentaires cyan, jaune, magenta. L'opération n'a pas un effet déterminant, car le matricage des signaux nécessaires à la transposition dans l'espace de couleurs R, V, B engendre des pertes équivalentes. On notera que les capteurs trilineaires avec filtres R, V, B permettent de « scanner » une image en couleurs en une seule passe.

JEAN-PIERRE LANDRAGIN

Les critères de choix

Avant tout une option technologique

Le nombre de pixels ne doit pas être une obsession ! Le choix entre les technologies CCD et Cmos est déterminant. La première reste imbattable en matière de qualité d'images, la seconde autorise l'intégration de fonctions avancées.

L'offre en capteurs d'images est assez vaste. Elle provient de fabricants de semiconducteurs généralistes qui disposent d'une ligne de produits dans ce domaine, ou de fournisseurs spécialisés dans les surfaces sensibles. Il y a aussi des sociétés sans capacité de production, qui commercialisent leurs innovations par l'intermédiaire des premiers. Toutefois, le tableau n'est pas si rose, puisque certains grands ont dû revoir leur stratégie dans ce domaine et que des changements de mains parfois spectaculaires se sont produits : VLSI Vision acquis par STMicroelectronics en 1999, la branche capteur Cmos de Conexant reprise par Pictos et surtout Photobit racheté par Micron Tech-

nology. Enfin, certaines gammes ne sont pas disponibles parce que réservées à des productions internes ou non distribuées en Europe.

Parmi les principaux critères de choix qui s'appliquent aux rétines électroniques, les premiers sont d'ordre topologique. Ils concernent la dimension des images à réaliser et leur forme. Néanmoins, il faut manipuler délicatement ce paramètre de forme : dans de nombreux cas, on réalise des images bidimensionnelles au moyen d'un capteur linéaire. A une condition toutefois : que le sujet soit quasi statique à l'échelle du temps de balayage de l'image. La dimension du capteur doit être maniée avec précautions aussi. En effet, dans la plupart des

Format image	Taille des optiques			
	L/H	L (mm)	H (mm)	Diagonale (mm)
1/4"	4/3	3,2	2,4	4
1/3"	4/3	4,8	3,6	6
1/2"	4/3	6,4	4,8	8
2/3"	4/3	8,8	6,6	11
1"	4/3	12,8	9,6	16
4/3"	4/3	17,8	13,4	22,3
35 mm	3/2	36	24	43,3

Historiquement, les dimensions des surfaces sensibles des capteurs d'images électroniques remontent à l'époque des tubes de prise de vue. Un vidicon de 1 pouce avait environ 1 pouce de diamètre avec une cible de 16 mm de diagonale.

applications, la rétine est couplée à un objectif. Ce qu'il y a lieu de considérer c'est donc le rapport entre la dimension du capteur et celle de l'objet transposé dans le plan du capteur, ou la dimension du capteur rapporté dans le plan de l'objet. On notera que la taille de la rétine s'exprime aussi bien en millimètres qu'en pouces équivalents. Cette dernière notion est héritée des caméras de télé-

vision à tube, la taille en pouces n'ayant qu'un lien assez lâche avec les cotes ou la diagonale de la surface sensible (voir tableau ci-dessus). Certains capteurs ont également des dimensions compatibles avec les surfaces sensibles de la photographie ou du cinéma argentique. Il importe également de savoir si on souhaite un capteur monochrome ou un capteur en cou-

leurs (trichrome). Ce dernier est supérieur en ce qui concerne l'intégration des systèmes, mais les rétines monochromes ont tout de même des vertus. D'abord, il n'est pas certain que la vision de la couleur soit une nécessité de l'application, d'autre part une qualité d'image supérieure est obtenue avec trois capteurs et des filtres externes dans les applications de photographie et de télévision de haute définition.

Il faut toutefois affiner l'étude de la réponse spectrale : pour les applications d'imagerie monochrome destinées à la vision (caméras de surveillance, par exemple), il vaut mieux que la réponse spectrale du capteur s'approche de celle de l'œil. On a cependant intérêt, dans certains cas, à avoir une réponse étendue aux grandes longueurs d'onde : la vision en infrarouge peut compenser les faibles niveaux de lumière visible la nuit ou dans la pénombre d'un parking. En revanche, pour les applications trichromes avec trois capteurs monochromes, la difficulté vient souvent d'une réponse insuffisante aux faibles longueurs d'onde. On saluera à ce propos les CCD « Blue Plus » de Kodak, qui utilisent des électrodes en ITO (oxyde d'indium et d'étain) à la place du silicium polycristallin peu transparent dans le bleu.

La définition de l'image est une donnée importante, mais il ne faut pas négliger la taille des cellules sensibles. En effet, de grandes cellules ($10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$) sont favorables à une forte sensibilité et un rapport signal/bruit élevé, alors que les petites cellules ($5\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$) apportent une haute résolution au prix de performances dégradées. Signalons qu'on aborde un sujet sensible puisqu'il touche au « fill factor », donnée que certains fabricants considèrent comme confidentielle. Nous ajouterons que l'emploi de microlentilles (MLA) accroît artificiellement le facteur de remplissage apparent et améliore les performances.

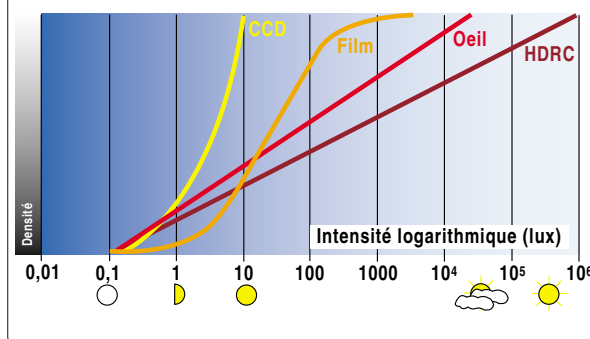
Jusqu'à 120 dB de dynamique

Selon les fabricants, la colonne « sensibilité » a été comprise de deux manières différentes. Le seuil de sensibilité exprime la quantité de lumière nécessaire

Réponse schématisée de différentes rétines

FIGURE 1

Les capteurs électroniques usuels (vidicon, CCD, Cmos) ont une réponse linéaire et une dynamique réduite sensiblement identique. Les rétines Cmos à grande dynamique (HDRC pour High dynamic range Cmos) ont une réponse logarithmique qui leur permet d'atteindre 120 dB (documents IMS).



pour obtenir un rapport signal sur bruit minimal déterminé. Cette quantité de lumière peut être chiffrée en lux.seconde, mais certains fournisseurs l'ont indiquée en unités énergétiques ($\mu\text{J}/\text{cm}^2$). Pour les applications de type TV, la durée d'exposition étant constante (curieusement, c'est toujours la fréquence image de 30 ou 60 Hz qui est évoquée), la mention d'un éclairage en lux et du rapport S/B limite suffit à caractériser le seuil de sensibilité du capteur. De nombreux fabricants ont reporté le facteur de sensibilité, qui exprime le rapport de la tension à la quantité de lumière reçue (en $\text{V}/\text{lux.s}$), et non le seuil. Nous n'avons pas voulu faire un parallèle avec la prise de vue argentique en demandant des chiffres de sensibilité en équivalent Iso.

La dynamique représente le rapport entre le niveau de sortie maximal, ou niveau de saturation, et le niveau de bruit du noir du capteur (variation du niveau de noir prise en valeur efficace). La saturation est due à la limitation de la charge que les condensateurs intégrés sont capables de stocker. La dynamique s'exprime la plupart du temps en dB, seul Dalsa l'a chiffrée sous forme de rapport. La plupart des capteurs sont situés dans une plage comprise entre 40 et 75 dB (avec une forte concentration entre 65 et 70 dB). Pour aller au-delà, il n'est plus possible d'avoir une réponse linéaire. Il existe donc des capteurs Cmos à réponse logarithmique. Ceux-ci gardent une

courbe de transfert conforme sur une plage de 110, voire 120 dB, simulant ainsi la vision humaine (figure 1). Ils sont en particulier adaptés aux applications en vision nocturne, où des objets très lumineux comme le faisceau d'un phare d'automobile dans un environnement obscur sont susceptibles de frapper le capteur. Un procédé plus simple, mis en œuvre par FillFactory dans ses modèles Ibis-4, consiste à employer un système à double rampe d'intégration (figure 2). Les rétines CCD offrent peu de choix d'interface de sortie. Il s'agit en général d'un transistor Mos en suiveur sans résistance de charge (figure 3). Il n'en est pas de même avec les capteurs Cmos : la possibilité d'intégrer une multitude de dispositifs divers sur la puce permet de varier à volonté

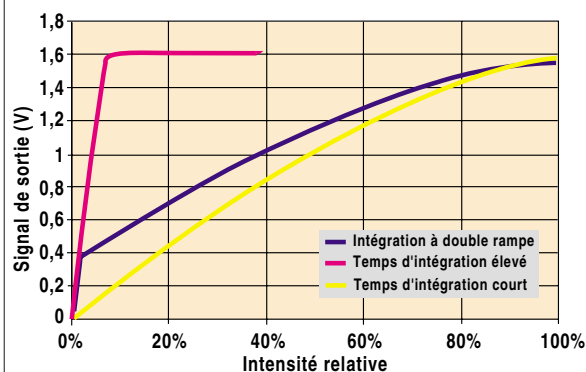
les interfaces, qu'il s'agisse de la sortie des signaux image ou de l'accès aux registres de configuration. La plupart du temps, un convertisseur analogique-numérique est présent sur la puce, ce qui permet, pour les capteurs en couleurs, de fournir des signaux en composantes numériques Y U V sur une liaison parallèle à 8 ou 10 bits, inspirée de la norme ITU-R 656. Pour la configuration, l'interface I²C est fréquemment rencontrée.

On remarquera que les capteurs CCD sont plus délicats à alimenter que les rétines Cmos. En effet, ils nécessitent des tensions plus élevées avec des tolérances plus serrées et parfois aussi une tension négative. En revanche, les capteurs Cmos présentent une souplesse similaire à celle des circuits logiques éponymes. Ils s'alimentent le plus souvent avec les tensions habituelles de 5 V ou 3,3 V, ce qui permet, dans le cas de sorties numériques, d'avoir une compatibilité directe avec les niveaux logiques Cmos, voire TTL dans le cas d'alimentation en 5 V. En ce qui concerne les boîtiers, la principale contrainte est la nécessité d'une fenêtre optique. Cela n'influe guère les empreintes sur le circuit imprimé, qui sont assez classiques (Dil, PGA, LCC...). La difficulté de la conception mécanique réside surtout dans le couplage avec l'objectif, celui-ci pouvant, le cas échéant, empiéter ou nécessiter une fixation sur le circuit imprimé. Certains boîtiers possèdent des semelles métalliques destinées à faciliter l'association avec des dispositifs

Système d'intégration à double rampe

FIGURE 2

Pour accroître la dynamique, FillFactory utilise un système d'intégration à double rampe dans ses capteurs Cmos Ibis-4.



thermiques (dissipateurs, refroidisseurs à effet Peltier). Mentionnons les indispensables précautions de manipulation et de soudure de ces composants, qui sont en général beaucoup plus fragiles aux décharges électrostatiques que la plupart des circuits intégrés.

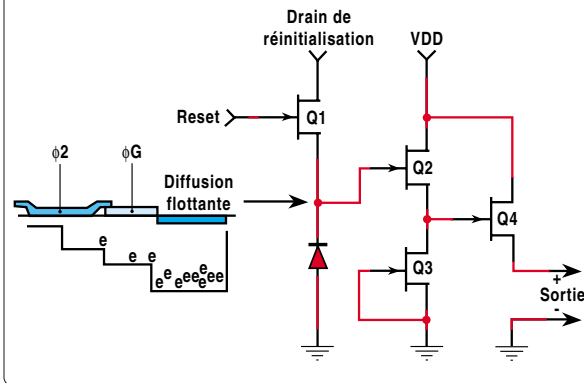
Des fonctions annexes

Les CCD laissent peu de place à l'intégration de fonctions avancées. Au niveau de chaque cellule, il est possible d'implanter des dispositifs contre l'éblouissement (antiblooming) et l'obturateur électronique (shutter). Celui-ci fonctionne simultanément sur l'ensemble des cellules qu'il vide de toute charge résiduelle, au prix d'une légère diminution du facteur de remplissage. La fonction TDI (Time delay & integration) est offerte par le capteur CCD linéaire IT-F6 de Dalsa. En fait, ce capteur comporte 96×2048 cellules. Ce n'est donc pas un véritable capteur linéaire. En synchronisant le balayage des rangées de 96 cellules avec le

Circuit de sortie d'un capteur CCD

FIGURE 3

La «diffusion flottante» est en fait le condensateur qui transforme la charge apportée par la ligne CCD en tension suivant l'équation $U = Q/C$. Q2 est un étage suiveur chargé à courant constant par Q3. Q4 est également un suiveur, mais capable de fournir des courants beaucoup plus élevés. Dans la plupart des CCD, la charge de Q4 n'est pas intégrée, afin d'éviter que la puissance qu'elle dissipe participe à l'élévation de température génératrice de bruit (doc. Kodak).



défilement de la scène à analyser (par exemple un document à numériser), on augmente artificiellement le temps de pose, ce qui a pour résultat un meilleur rapport signal/bruit.

Les capteurs Cmos ont une plus grande richesse fonctionnelle. L'obturateur peut simuler l'obturateur à rideaux mécaniques (rolling shutter) chez FillFactory, Kodak, Micron et NS. L'image

accessible en sortie peut n'être qu'une portion de l'image totale, selon le concept de zone intéressante (ROI, Region of interest) introduit dans la norme Jpeg 2000, ou avec un schéma de sous-échantillonnage spatial assurant une compatibilité SD/HD pour la télévision.

Au-delà du simple fenêtrage intelligent, NeuroCam pousse plus loin l'intégration des rétines Cmos pour en faire des systèmes complets. C'est ainsi que son NC1503 inclut un processeur Risc et un réseau neuronal qui en fait un instrument précieux en vision artificielle et reconnaissance de formes.

Enfin, décernons une mention spéciale au japonais Hamamatsu, spécialiste des «moutons à cinq pattes» optoélectroniques. Sa gamme comporte des capteurs à photodiode InGaAs et CCD avec refroidissement par effet Peltier, des capteurs infrarouges, des imageurs pour rayons X et un CCD à substrat aminci (back thinned) qui s'utilise «à l'envers».

JEAN-PIERRE LANDRAGIN

Rétines CCD et Cmos disponibles

Fabricant (fournisseur)	Référence	Technologie	Monochrome ou couleur	Définition	Surface sensible, taille optique	Taille cellules	Microobscures	Sensibilité	Dynamique	Interface	Alimentation (V)	Consommation	Boîtier	Observations
Atmel	AT71201M	CCD full-frame, photoMos	M	4096 x 4096	45 x 45 mm	11 x 11 µm		0,09 lux.s @ 74 dB et 3200 K	74 dB	Vsat = 750 mV, Zout = 88 Ω	15	4000 mW	PGA 88 broches	Applications : photo numérique, arts graphiques, médical, industriel, analyse scientifique.
	AT71200M	CCD full-frame, photoMos	M/C	3500 x 2300	35 x 23 mm	10 x 10 µm		0,07 lux.s @ 68 dB et 3200 K	68 dB	Vsat = 600 mV, Zout = 230 Ω	15	2400 mW	PGA 88 broches	Applications : photo numérique, arts graphiques, médical, industriel.
	TH7813A	CCD linéaire, photodiode	M	1 x 1024	10,24 mm	10 x 10 µm		0,16 lux.s @ 76 dB et 3200 K	76 dB	Vsat = 1,6 V, Zout = 225 Ω	15	1130 mW	Dil 20 broches	Applications : inspection de pièces, contrôle de processus, métrologie...
	TH7814A	CCD linéaire, photodiode	M	1 x 2048	20,48 mm	10 x 10 µm		0,16 lux.s @ 76 dB et 3200 K	76 dB	Idem ci-dessus	15	1800 mW	Dil 20 broches	Idem ci-dessus.
	AT76C450BC-ND	Cmos 0,25 µm	C	352 x 288	1/7 pouce	5,6 x 5,6 µm	X	2 lux @ 40 dB et 30 images/s	56 dB	YUV 4:2:2 8 bits	2,5	38 mW	CLCC 32 broches	Traitement d'images avancé sur la puce; jusqu'à 60 images/s.
	AT76C403AC-ND	Cmos 0,25 µm	C	640 x 480	1/4 pouce	5,6 µm	X	2 lux @ 40 dB et 30 images/s	56 dB	10 bits RGB Bayer	2,5	35 mW	CLCC 32 broches	Traitement d'images avancé sur la puce; jusqu'à 30 images/s.
Comedia (Intertec Components)	ITM-C-B2	Cmos	C	640 x 480	1/4, 1/3 pouce	9,0 x 8,2 µm		3 lux	48 dB		5			
	ITM-M-B2	Cmos	M	384 x 288	1/4 pouce			1 lux	42 dB		5	< 100 mW		
Dalsa (i2S)	IL-C6-2048	CCD linéaire	M	1 x 2048	0,5 x 26,6 mm	500 x 13 µm		115 V/(µJ/cm ²)	5500:1	Analogique	-1, +14		Dil 24 broches	Dispositif antiéblouissement et obturateur électronique; 1 sortie 15 MHz; fréquence ligne 7 kHz.
	IL-P1-0512	CCD linéaire	M	1 x 512	0,01 x 5,1 mm	10 x 10 µm		12 V/(µJ/cm ²)	3200:1	Analogique < 5 V	-2, +14		Dil 32 broches	Dispositif antiéblouissement et obturateur électronique; 2 sorties 25 MHz; fréquence ligne 87 kHz.
	IL-P1-1024	CCD linéaire	M	1 x 1024	0,01 x 10,2 mm	10 x 10 µm		12 V/(µJ/cm ²)	3200:1	Analogique < 5 V	-2, +14		Dil 32 broches	Dispositif antiéblouissement et obturateur électronique; 2 sorties 25 MHz; fréquence ligne 46 kHz.
	IL-P1-2048	CCD linéaire	M	1 x 2048	0,01 x 20,5 mm	10 x 10 µm		12 V/(µJ/cm ²)	3200:1	Analogique < 5 V	-2, +14		Dil 32 broches	Dispositif antiéblouissement et obturateur électronique; 2 sorties 25 MHz; fréquence ligne 23 kHz.
	IL-P1-4096	CCD linéaire	M	1 x 4096	0,01 x 41 mm	10 x 10 µm		12 V/(µJ/cm ²)	3200:1	Analogique < 5 V	-2, +14		Dil 32 broches	Dispositif antiéblouissement et obturateur électronique; 2 sorties 25 MHz; fréquence ligne 12 kHz.
	IL-P3-512	CCD linéaire	M	1 x 512	0,014 x 7,2 mm	14 x 14 µm		43 V/(µJ/cm ²)	1800:1	Analogique	-2, +14		Dil 24 broches	Dispositif antiéblouissement et obturateur électronique; 1 sortie 40 MHz; fréquence ligne 73 kHz.
	IL-P3-1024	CCD linéaire	M	1 x 1024	0,014 x 14,4 mm	14 x 14 µm		43 V/(µJ/cm ²)	1800:1	Analogique	-2, +14		Dil 24 broches	Dispositif antiéblouissement et obturateur électronique; 1 sortie 40 MHz; fréquence ligne 37 kHz.
	IL-P3-2048	CCD linéaire	M	1 x 2048	0,014 x 28,8 mm	14 x 14 µm		43 V/(µJ/cm ²)	1800:1	Analogique	-2, +14		Dil 24 broches	Dispositif antiéblouissement et obturateur électronique; 1 sortie 40 MHz; fréquence ligne 19 kHz.
	IT-P1-1024	CCD linéaire	M	1 x 1024	0,01 x 10,2 mm	10 x 10 µm		12 V/(µJ/cm ²)	3200:1	Analogique	-2, +14		Dil 32 broches	Dispositif antiéblouissement et obturateur électronique; 4 sorties 25 MHz; fréquence ligne 87 kHz.
	IT-P1-2048	CCD linéaire	M	1 x 2048	0,01 x 20,5 mm	10 x 10 µm		12 V/(µJ/cm ²)	3200:1	Analogique	-2, +14		Dil 32 broches	Dispositif antiéblouissement et obturateur électronique; 4 sorties 25 MHz; fréquence ligne 46 kHz.
	IT-P1-4096	CCD linéaire	M	1 x 4096	0,01 x 41 mm	10 x 10 µm		12 V/(µJ/cm ²)	3200:1	Analogique	-2, +14		Dil 32 broches	Dispositif antiéblouissement et obturateur électronique; 4 sorties 25 MHz; fréquence ligne 23 kHz.
	IT-F6-2048	CCD linéaire	M	1 x 2048	0,013 x 26,6 mm	13 x 13 µm		440 V/(µJ/cm ²)	3800:1	Analogique	-2, +15		Dil 50 broches	Technologie Time delay & integration (TDI) à 96 étages; dispositif antiéblouissement et obturateur électronique; 8 sorties 20 MHz; fréquence ligne 53 kHz.

Rétines CCD et Cmos disponibles

Fabricant (fournisseur)	Référence	Technologie	Monochrome ou couleur	Définition	Surface sensible, taille optique	Taille cellules	Microlentilles	Sensibilité	Dynamique	Interface	Alimentation (V)	Consommation	Boîtier	Observations
Dalsa (i2S)	IA-D1-0128	CCD à transfert de trames	M	128 x 128	2 x 2 mm	16 x 16 µm		14 V/(µJ/cm ²)	2500:1	Analogique	- 3, + 14	Dil 24 broches		1 sortie 15 MHz; fréquence image 830 Hz.
	IA-G1-VGA	Cmos	M/C	640 x 480	9,8 x 7,3 mm	15,3 x 15,3 µm		50 V/(µJ/cm ²)	2500:1	TTL	5	PGA 73 broches		Dispositif antiéblouissement et obturateur électronique; 16 sorties 50 MHz; fréquence image 1300 Hz.
FillFactory	lbis4-1300-Mx	Cmos	M	1280 x 1024	8,96x7,17mm 2/3 pouce	7 x 7 µm		7 V/lux.s	66 dB	Analogique 1,2 V et numérique TTL 10 bits	5	< 450 mW	LCC ou JLCC 84 broches	« Rolling shutter »; intégration double rampe; fenêtrage (ROI).
	lbis4-1300-Cx	Cmos	C	1280 x 1024	8,96x7,17mm 2/3 pouce	7 x 7 µm		7 V/lux.s	66 dB	Analogique 1,2V et numérique LVTTTL 10 bits	5	< 450 mW	LCC ou JLCC 84 broches	Idem ci-dessus + filtres RGB Bayer ou RGB Diagonal.
	lbis5-1300-Mx	Cmos	M	1280 x 1024	8,58x6,86mm 2/3 pouce	6,7 x 6,7 µm		1,85 V/lux.s	63 dB	Analogique 1,8 V et numérique LVTTTL 10 bits	3,3	120 mW	LCC ou JLCC 84 broches	« Rolling shutter » et « Snapshot »; intégration multirampe; 30 images/s; fenêtrage (ROI).
	lbis5-1300-Cx	Cmos	C	1280 x 1024	8,58x6,86mm 2/3 pouce	6,7 x 6,7 µm		1,85 V/lux.s	63 dB	Analogique 1,8 V et numérique TTL 10 bits	3,3	120 mW	LCC 84 broches	Idem ci-dessus + filtre RGB Bayer.
	Star250	Cmos	M	512 x 512	12,8x12,8mm 1 pouce	25 x 25 µm		5,7 µV/e	74 dB	Analogique 1,68V et numérique TTL 10 bits	5	< 350 mW	JLCC 84 broches	« Rolling shutter »; tolérance aux radiations > 10 Mrad; 29 images/s; fenêtrage (ROI).
	Star1000	Cmos	M	1024 x 1024	15,36 x 15,36 mm, 1 pouce	15 x 15 µm		10,43 µV/e	73 dB	Analogique 1,25V et numérique TTL 10 bits	5	< 400 mW	JLCC 84 broches	« Rolling shutter »; tolérance aux radiations > 10Mrad; fenêtrage (ROI).
	Lupa1300-M	Cmos	M	1280 x 1024	17,92 x 14,34 mm, 1 pouce	14 x 14µm		16 µV/e	62 dB	16 sorties analogiques 1,3V	5	500 mW	PGA 145 bro.	« Snapshot »; 450 images/s; fenêtrage (ROI).
	Lupa1300-C	Cmos	C	1280 x 1024	Idem ci-dessus	14 x 14µm		16 µV/e	62 dB	16 sorties analogiques 1,3V	5	500 mW	PGA 145 bro.	Idem ci-dessus + filtre RGB Bayer.
Fujitsu	MB86S02	Cmos	C	357 x 293	1/7 pouce		x			1°C	2,8	30 mW à 15 images/s	7,8x6,9x4,3 mm	Applications : mobiles et PDA.
Hamamatsu	G8160	InGaAs	M	1 x 256	0,25x12,8mm	50 µm								Refroidissement par effet Peltier.
	G8161	InGaAs	M	1 x 512	0,25x12,8mm	25 µm								
	S7010	CCD	M	1044 x 256	25 x 6 mm	25 x 25 µm								Refroidissement par effet Peltier possible.
	S7199	CCD	M	1536 x 128	73 x 6 mm	50 x 50 µm								Pour détection par rayons X.
	S7030	CCD	M	1044 x 256	25 x 6 mm	25 x 25 µm								Substrat aminci.
	S8383	NMos	M	1 x 1024	2,5 x 25 mm	25 x 25 µm								Version IR.
	S8378	Cmos linéaire	M	1 x 256	0,5 x 25 mm	500 x 25 µm								
	G8909	Pin	M	1 x 40	0,8 x 10 mm	Diam. 80								Surveillance de réseau DWDM.
	C7921	Cmos	M	1056 x 1056	53 x 53 mm	50 x 50 µm								Imageur pour rayons X.
Kodak	HAF-4202	CCD full-frame (2 phases)	M	2048 x 2048	18,4x18,4mm	9 x 9 µm			76 dB à l'amb.	Source follower, charge externe	15		Dil 26 broches	Courant d'obscurité < 10 pA/cm ² à 25°C.
	Série KAF-1201E	CCD Blue-Plus full frame, 2 phases, grille transparente	M	1280 x 1024	20,248 x 16,38 mm	16 x 16 µm			75 dB à l'amb.	Source follower, charge externe	15		36 broches	Courant d'obscurité < 30 pA/cm ² à 25°C; option antiéblouissement; fréquence max. 15 MHz.

Rétines CCD et Cmos disponibles

Fabricant (fournisseur)	Référence	Technologie	Monochrome ou couleur	Définition	Surface sensible, taille optique	Taille cellules	Microlentilles	Sensibilité	Dynamique	Interface	Alimentation (V)	Consommation	Boîtier	Observations
Kodak	Série KAF-16801E	Idem KAF-1201E	M	4096 x 4096	36,88 x 36,88 mm	9 x 9 µm		72 dB à l'amb.	Source follower, charge externe		15	Dil céramique 34 broches	Courant d'obscurité < 10 pA/cm ² à 25 °C; option antiéblouissement; fréquence max. 10 MHz.	
	KAF-16802CE	CCD Blue-Plus full-frame	C	4080 x 4080	Carré; 51,9 mm (diagonale)	9 x 9 µm		72 dB à l'amb.	Source follower à 3 étages, charge externe		15	Dil céramique 34 broches	Courant d'obscurité < 10 pA/cm ² à 25 °C; antiéblouissement; fréquence max. 20 MHz.	
	Série KAC-0311	Cmos, filtre Bayer CMJ	M/C	640 x 480	5 x 3,7 mm	6,8 x 6,8 µm		5 lux à 30 images/s (objectif à f/2)	50 dB	Numérique, 10 bits parallèle, commande I ² C	3,3	215 mW (25 mW au repos)	LCC céramique 48 broches	« Rolling shutter »; faible disparité entre cellules; gain programmable - 2,7 à 27 dB; 60 images/s à 20 MHz.
	Série KAC-1310	Cmos, filtre Bayer RVB ou Kodak CMJ	M/C	1280 x 1024	7,68x6,14 mm	6 x 6 µm	x		54 dB	Numérique, 10 bits parallèle, commande I ² C	3,3	250 mW à 13,5 MHz (25 mW au repos)	LCC céramique 48 broches	« Rolling shutter »; fenêtrage; sous-échantillonnage; faible disparité entre cellules; gain programmable; 15 images/s à 20 MHz.
	Série KAI-0330D	CCD interligne, Nmos 2 phases	M/C	648 x 484	5,83x4,36 mm	9 x 9 µm	x		60 dB	2 canaux, source follower à 3 étages, charge externe, 30 MHz max.		15	Dil 20 broches	Obturbateur électronique; balayage progressif; 120 images/s; chargement rapide des lignes.
	Série KAI-2093M	CCD interligne	M/C	1920 x 1080	14,2 x 8 mm	7,4 x 7,4 µm	x		58 dB	2 canaux, source follower à 3 étages, charge externe, 40 MHz max.		15	Dil 32 broches	Obturbateur électronique; balayage progressif ou entrelacé; 30 images/s; chargement rapide des lignes.
	Série KAI-11000M	CCD interligne	M/C	4008 x 2672	Diagonale 43,3 mm, format 3/2	9 x 9 µm	x		66 dB	2 canaux, source follower à 3 étages, charge externe, 28 MHz max.		15	Dil 40 broches	Obturbateur électronique; balayage progressif; chargement rapide des lignes; fenêtre filtrant l'infrarouge ou antireflet.
	KLI-2113	CCD trilineaire	C	2098 x 3	29,37 x 0,24 mm	14 x 14 µm		21 V/µJ/cm ² à 540 nm	75 dB	3 canaux, source follower, charge externe		15	Dil 28 broches	Contrôle d'exposition indépendant pour R, V, B; 20 MHz par canal max.
	KLI-8811	CCD linéaire	M	8800 x 1	63,5 x 1,2 mm	7 x 7 µm		12 V/µJ/cm ² à 550 nm	70 dB	3 canaux, source follower à 3 étages, charge externe		15	Dil 40 broches	4 sorties à 30MHz; fenêtre multicouche antireflet; boîtier Dil ou céramique avec radiateur cuivre-tungstène.
	KLI-14403	CCD trilineaire	C	14404 x 3	72 x 0,315 mm	5 x 5 µm		4,5 V/µJ/cm ² à 540 nm	78 dB	3 canaux, source follower, charge externe		15	Dil 40 broches	Contrôle d'exposition indépendant pour R, V, B; 10 MHz par canal; fenêtre multicouche antireflet.
Micron Technology (Arrow)	MI-0111	Cmos		352 x 488	1/5 pouce	7,8 x 7,8 µm				10 bits	3,3	55 mW	CLCC 28 broches	« Rolling shutter »; 30 images/s.
	MI-0133	Cmos		352 x 288	1/7 pouce	5,6 x 5,6 µm		2,0 V/lux.s sur le vert	65 dB	8 bits//	2,8	17 mW	Wafer ou puce	« Rolling shutter »; 30 images/s; fonctionnement de -20 à +60°C.
	MI-0330	Cmos	C	640 x 480	1/4 pouce	5,6 x 5,6 µm				10 bits	3,3	< 100 mW	CLCC 48 broches	« Rolling shutter »; 30 images/s.
	MI-0343	Cmos	C	640 x 480	1/4 pouce	5,6 x 5,6 µm		1,9 V/lux.s sur le vert	60 dB	10 bits	2,8	< 37 mW	PLCC 28 broches	« Rolling shutter »; 30 images/s; fonctionnement de -20 à +60°C.
	MI-1300	Cmos	C	1280 x 1024	1/2 pouce	5,2 x 5,2 µm		> 1,8 V/lux.s sur le vert	> 62 dB	10 bits//	3,3	325 mW	CLCC 48 broches	Rolling shutter; 30 images/s; fonctionnement de 0 à +60 °C.
	MI-MV13	Cmos	M/C	1280 x 1024	1 pouce	12 x 12 µm			59 dB	10 bits//	3,3	< 500 mW	PGA 280 broches	Obturbateur global; 600 images/s en pleine résolution; fonctionnement de -5 à +60°C.
Motorola	MCM20014	Cmos	M/C	640 x 480	5 x 3,7 mm, 1/3 pouce	7,8 x 7,8 µm		3 V/lux.s	50 dB	I ² C	3,3	215 mW	LCC 48 broches, céramique	40 images/s; 13,5 MHz.
	MCM20027	Cmos	M/C	1280 x 1024	7,5 x 6,1 mm, 1/3 pouce	6 x 6 µm		1,8 V/lux.s	50 dB	I ² C	3,3	250 mW	LCC 48 broches, céramique	10 images/s.

Suite page 112

Rétines CCD et Cmos disponibles

Fabricant (fournisseur)	Référence	Technologie	Monochrome ou couleur	Définition	Surface sensible, taille optique	Taille cellules	Micro-lentilles	Sensibilité	Dynamique	Interface	Alimentation (V)	Consommation	Boîtier	Observations
National Semiconductor (Arrow et Future Electronics)	LM9627	Cmos	C	640 x 480	1/3 pouce	7,5 x 7,5 µm	X	2,12 V/lux.s sur le rouge	57 dB	12 bits //, I ² C	3,3	90 mW	CLCC 48 broches	« Rolling shutter » ; fenêtrage ; sous-échantillonnage ; 30 images/s à pleine résolution ; fonctionnement de 0 à 50°C.
	LM9617	Cmos	M	640 x 480	1/3 pouce	7,5 x 7,5 µm	X	4,13 V/lux.s	57 dB	12 bits //, I ² C	3,3	90 mW	CLCC 48 broches	Idem ci-dessus.
	LM9628	Cmos	C	640 x 480	1/3 pouce	7,5 x 7,5 µm	X	2,7 V/lux.s sur le rouge	62 - 110 dB	12 bits //, I ² C	3,3	120 mW	CLCC 48 broches	110 dB en mode logarithmique ; « rolling shutter » ; fenêtrage ; sous-échantillonnage ; 30 images/s à pleine résolution ; fonctionnement de - 40 à + 85°C.
	LM9618	Cmos	M	640 x 480	1/3 pouce	7,5 x 7,5 µm	X	4,6 V/lux.s	62 - 110 dB	12 bits //, I ² C	3,3	168 mW	CLCC 48 broches	Idem ci-dessus.
	LM9630	Cmos	M	100 x 128	1/5 pouce	20 x 20 µm		22 V/lux.s	48 dB	8 bits //, I ² C	3 à 3,3	< 130 mW	CLCC 32 broches	Obturbateur global ; fenêtrage ; sous-échantillonnage ; 580 images/s à pleine résolution ; fonctionnement de - 40 à + 85°C.
	LM9648	Cmos	C	1288 x 1032	1/2 pouce	6 x 6 µm	X	2,5 V/lux.s sur le rouge	57 dB	10 bits //, I ² C	3	150 mW	CLCC 48 broches	« Rolling shutter » ; fenêtrage ; sous-échantillonnage ; 18 images/s à pleine résolution ; fonctionnement de - 10 à + 50°C.
	LM9638	Cmos	M	1288 x 1032	1/2 pouce	6 x 6 µm		2,4 V/lux.s	57 dB	10 bits //, I ² C	3	150 mW	CLCC 48 broches	Idem ci-dessus.
	LM9647	Cmos	C	640 x 480	1/4 pouce	6 x 6 µm	X	2,4 V/lux.s sur le rouge	57 dB	10 bits //, I ² C	3	130 mW	CLCC 32 broches	« Rolling shutter » ; fenêtrage ; sous-échantillonnage ; 68 images/s à pleine résolution ; fonctionnement de - 10 à + 50°C.
	LM9637	Cmos	M	640 x 480	1/4 pouce	6 x 6 µm		2,4V/lux.s	57 dB	10 bits //, I ² C	3	130 mW	CLCC 32 broches	Idem ci-dessus.
NeuriCam (Fast Vision Technologies)	NC1802 - Pupilla	Cmos à réponse logarithmique	M	640 x 480	5,12x3,84 mm 1/4 pouce	8 x 8 µm		0,2 lux	120 dB	Bus données (10 bits)/adresses	3,3	60 mW	LCC 64 broches ou CQFP 100 bro.	Interfaçable directement à un bus ; pas de temps d'intégration ; dynamique de 120 dB.
	NC1503 - Visoc	Cmos à réponse logarithmique	M	320 x 256	2,56 x 2,048 mm, 1/8 pouce	8 x 8 µm		0,2 lux	120 dB	Bus données (10 bits)/adresses	3,3	50 mA	CPGA 144 bro. et PQFP 100 bro.	Idem ci-dessus + réseau neuronal et processeur Risc sur la puce.
	NC1002	Cmos	M	256 x 256	5,12x5,12 mm 1/3 pouce	20 x 20 µm		4 lux	48 dB	Bus données (8 bits)/adresses	5	30 mA	LCC céramique 48 broches	Temps d'intégration réglable de 33 ms à 2 s.
OmniVision Technologies (EMG2)	OV6630/ OV6640	Cmos	C	320 x 240	1/4 pouce et 1/5 pouce		X		48 dB	Numérique/ parallèle	3,3	60 mW - 30 µW	LCC 48 broches et LCC 24 broches	
	OV7141/ OV7640	Cmos	M/C	640 x 480	1/4 pouce et 1/5 pouce		X	0,1 lux (M), 1 lux (C)	62 dB	Numérique/ parallèle	2,5	40 mW - 30 µW	LCC 28 broches et CSP	
	OV8610	Cmos	C	800 x 600	1/3 pouce		X		72 dB	Numérique/ parallèle	3,3	100 mW - 30 µW	LCC 48 broches	
	OV9630/ OV9130	Cmos	M/C	1280 x 1024	1/2 pouce et 1/3 pouce		X	0,08 lux/1 lux	60 dB	Numérique/ parallèle	3,3	150 mW - 30 µW	LCC 48 broches	
	OV2610	Cmos	C	1600 x 1200	1/2 pouce		X		60 dB	Numérique/ parallèle	3,3	165 mW - 35 µW	LCC 48 broches	

Suite page 114

Rétines CCD et Cmos disponibles

Fabricant (fournisseur)	Référence	Technologie	Monochrome ou couleur	Définition	Surface sensible, taille optique	Taille cellules	Microlentilles	Sensibilité	Dynamique	Interface	Alimentation (V)	Consommation	Boîtier	Observations
Renesas	M64270BG	Cmos	C	160 x 144							2,7/3,3			Débit des pixels : 3 MHz.
	M64283	Cmos	M	128 x 128							5			Débit des pixels : 500 kHz.
	M64285FP	Cmos	M	32 x 32							5			Débit des pixels : 500 kHz.
	M64287D	Cmos	M	352 x 288							2,7			Débits des pixels : 12 kHz.
Rohm	CSV-1001Z	Cmos		640 x 480				5 lux		8 bits RVB	2,8	40 mW		DSP intégré.
Sharp	RJ21/23	CCD	M	2,14 à 4,2 M	1/2 pouce et 1/3 pouce								Dil plasti. 20 broches	Applications : caméras de sécurité ou embarquées.
	RJ241	CCD	C	270 K	1/4 pouce								Dil 14 broches	Applications vidéo NTSC.
	LZ231/32	CCD	C	270/320 K	1/3 pouce						5, 12		Dil céram. 16 broches	
	LZ34B1B/37C1B	Cmos		350 et 110 K	1/4 pouce et 1/7 pouce								LCC 36 broches	Applications : mobiles, PDA; CAN 8 bits intégré.
Sony (Lasyc)	ICxxx	CCD	M/C	768 x 494 à 1392 x 1040	2/3, 1/2, 1/3, 1/4 et 1/6 pouce	3,45x3,45 µm, 11,6x13,5 µm					15			Pour systèmes EIA, CCIR, NTSC, PAL...
	ILxxx	CCD linéaire	M	5150 x 1 et 2048 x 1		14 x 14 µm, 14 x 56 µm, 7 x 7 µm		14,8, 40 et 240 V/lux.s						Débit de données : 2, 5 et 16 MHz.
		CCD trilineaire	C	10680 x 3/ 6, 5340 x 3/ 6		3,5 x 3,5 µm, 4 x 4 µm		1,5 à 3,5 V/lux.s						Débit de données : 5, 8 et 10 MHz.
STMicro-electronics	VV5411/6411	Cmos	M/C	356 x 292	2,73x2,04 mm	7,5 x 6,9 µm		2,75 V/lux.s	56 dB	1°C	3,3	< 40 mA	CLCC 36 broches	Multiple formats vidéo en sortie; CAN 10 bits et ampli audio embarqués.
	VV5501/6501	Cmos	M/C	640 x 480	3,6 x 2,7 mm, 1/4 pouce	5,6 x 5,6 µm			56 dB	1°C	5	< 30 mA	CLCC 36 broches	Le VV6501 s'accompagne d'un coprocesseur.
	VV6600C001	Cmos	M	1288 x 1032	7,3 x 5,8 mm, 1/2 pouce	5,6 x 5,6 µm			56 dB	1°C	3,3 ou 5	< 25 mA	CLCC 48 broches	Pour les jouets et les jeux.
	VV6552	Cmos	C	644 x 484		5,6 x 5,6 µm	x		56 dB	1°C	2,8	< 50 mA à 30 images/s	SmOP1-5	Applications : mobiles et PDA.
Texas Instruments	TC281	CCD à transfert de trames	M	1036 x 1010	2/3 pouce	8 x 8 µm		0,24 V/lux sans filtre IR	60 dB		12			Applications : robotique, médical, analyse et métrologie.
	TC255P	CCD à transfert de trames	M	336 x 244	1/4 pouce	10 x 10 µm		0,3 V/lux sans filtre IR	66 dB		12			Résolution moyenne pour TV.
	TC237	CCD à transfert de trames	M	680 x 500	1/3 pouce	7,4 x 7,4 µm		0,25 V/lux sans filtre IR	64 dB		22			Haute résolution pour TV et PC.
	TC341	CCD à transfert de trames	M	780 x 488	2/3 pouce	11,5 x 13,5 µm		0,41 V/lux sans filtre IR	64 dB		12			Idem ci-dessus.
	TC253SPD	CCD à transfert de trames	M	656 x 496	1/3 pouce	7,4 x 7,4 µm		240 V/lux sans filtre IR	58 dB		15			Très faible bruit, haute sensibilité.
Toshiba	TCM5030/33	Cmos	M/C	640 x 480	1/4 pouce	5,6 x 5,6 µm			57 dB		2,5	60 mW	Céramique	30 images/s.
	TCD2xxx	CCD trilineaire	C	5340 x 3, 7500 x 3 et 10400 x 3		8 x 8 µm							Dil 24 broches	Applications scanner.
	TCD1xxx	CCD linéaire	M	2048 x 1 à 7500 x 1		14 x 14 µm, 14 x 200 µm, 7 x 7 µm		80 V/lux.s et 4,8 V/lux.s			5	25 mW	Dil 22 broches	Applications : lecteurs de codes barres, fax, copieurs, scanners.