

Two-dimensional CMOS-based image sensor system for fluorescent detection

Système de senseurs à deux dimensions basés sur la technologie CMOS pour la détection fluorescente

Yasaman Ardeshirpour, M. Jamal Deen, and Shahram Shirani

The widespread use of DNA-based diagnostics requires the development of portable and low-cost DNA microarray testing instruments. One of the most popular methods for DNA detection is the use of fluorescent tags for target DNAs. Usually, charge-coupled device (CCD) detectors or photomultipliers are employed to detect the fluorescent emission of DNA targets, but they cannot be integrated with other electronic circuits on a chip in a standard silicon process. On the other hand, CMOS image sensors can be integrated with other electronic circuits to perform some processing on a chip and they also have lower power consumption, but their performance is not as good as that of the CCD detectors. In the project described in this paper, methods to enhance the quality of CMOS-based image sensors for fluorescent detection of DNA microarrays are being investigated. For this purpose, different types of photodiodes and phototransistors have been designed using two different technologies, namely, standard CMOS $0.35\ \mu\text{m}$ and $0.18\ \mu\text{m}$ technologies. Also, complete blocks of image sensors with photodiodes and phototransistors have been designed to investigate the response of an entire image system. Each block consists of a matrix of image sensors with an amplifier in each pixel, column amplifiers, and sample and hold circuits. The paper discusses in detail each component of these optical image sensors and provides simulations and experimental results on their performance.

L'utilisation fréquente de diagnostics basés sur des micro-matrices d'ADN nécessite le développement d'instruments de tests de l'ADN portables et à faible coût. Une des méthodes les plus populaires pour la détection d'ADN est l'utilisation de marqueurs fluorescents pour l'ADN cible. Habituellement, des détecteurs à couplage de charge (CCD) ou des photomultiplicateurs sont employés pour détecter l'émission fluorescente des cibles ADN, mais ils ne peuvent pas être intégrés avec d'autres circuits électroniques sur une puce dans un processus standard de silicium. D'un autre côté, les senseurs d'image CMOS peuvent être intégrés avec d'autres circuits électroniques pour faire du traitement sur une puce et consomment très peu de puissance, mais leur performance n'est pas aussi bonne que celle des détecteurs CCD. Dans le projet décrit dans cet article, des méthodes pour améliorer la qualité des senseurs d'images basés sur la technologie CMOS pour la détection fluorescente de micro-matrices d'ADN sont étudiées. Dans ce but, différents types de photodiodes et de phototransistors ont été conçus en utilisant deux technologies, soit les technologies CMOS standard $0.35\ \mu\text{m}$ et $0.18\ \mu\text{m}$. De plus, des blocs complets de senseurs d'images avec des photodiodes et des phototransistors ont été conçus pour étudier la réponse d'un système complet d'imagerie. Chaque bloc est composé d'une matrice de senseurs d'image avec un amplificateur pour chaque pixel, des amplificateurs de colonnes et de circuits d'échantillonnage et de garde. L'article discute en détail de chaque composant de ces senseurs optiques d'image et fournit des résultats de simulation et expérimentaux sur leur performance.

Keywords: CMOS image sensor, fluorescent detection, silicon photodetectors, silicon phototransistors