บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : RSA5180015

ชื่อโครงการ : วงจรรวมแอนะล็อกและผสมสัญญาณแบบซีมอสที่ใช้กำลังไฟต่ำมากสำหรับการประยุกต์ใช้งาน ด้านชีวการแพทย์และการดูแลสุขภาพรอบตัว

ชื่อนักวิจัย : รศ. ดร. อภินันท์ ธนชยานนท์

สถาบัน : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

E-mail Address : ktapinun@kmitl.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 15 กันยายน 2551 – 14 กันยายน 2554

รายงานนี้นำเสนอผลงานวิจัยด้านการออกแบบวงจรรวมแอนะล็อกและผสมสัญญาณแบบซีมอสที่ใช้กำลังไฟต่ำมากสำหรับการประยุกต์ใช้งานด้านชีวการแพทย์และการดูแลสุขภาพรอบตัว โดยอธิบายถึงวงจรที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นใหม่ในเทคโนโลยีซีมอสสมัยใหม่ที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร ซึ่งใช้กำลังไฟต่ำและแรงดันไฟเลี้ยงต่ำโดยอาศัยวิธีการและเทคนิควงจรต่างๆ เช่น มอสเฟตในย่านต่ำกว่าขีดเริ่ม เทคนิคทรานส์ลิเนียร์โหมดกระแส เทคนิคการขับอินพุตที่ขาบอดี้ ประกอบด้วยวงจรดังต่อไปนี้

วงจรอ่านค่าสัญญาณจากอีสเฟตที่ไวต่อค่า pH ใช้โครงสร้างวงจรขยายสัญญาณผลต่างที่ใช้อีสเฟตและรีเฟตในย่านผันกลับอย่างอ่อน และหลักการทรานส์ลิเนียร์โหมดกระแสเพื่อให้ได้ความเป็นเชิงเส้นที่ดีและสามารถกำจัดสัญญาณรบกวนโหมดร่วมได้ดี มีขนาดเล็กและใช้กำลังไฟฟ้าต่ำมาก (4 nW)

วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลแบบล็อกการิทึมโหมดกระแสที่ใช้โครงสร้างแบบไพพ์ไลน์และแบบอัลกอริทึม มีความละเอียด 8 บิต ใช้เทคนิคการทำงานในย่านผันกลับอย่างอ่อนของมอสเฟต และหลักการทรานส์ลิเนียร์ วงจรสามารถทำงานภายใต้แรงดันไฟเลี้ยง 1-1.8 V และใช้กำลังงาน 0.2-4 μW

วงจรตรวจวัดกำลังงานสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุใช้คุณลักษณะความไม่เป็นเชิงเส้นของมอสเฟตในย่านอิ่มตัวและโหลดแอกทีฟเพื่อเพิ่มอัตราขยายแปลงทำให้ไม่ต้องการแบนด์วิดท์สูงและไม่ต้องใช้วงจรเรียงกระแสและวงจรกรอง วงจรสามารถตรวจวัดกำลังงานอินพุตได้ตั้งแต่ -70 dBm ถึง -20 dBm ในย่านความถี่ 500 MHz ถึง 5 GHz และใช้กำลังงาน 0.9 mW

วงจรขยายทรานส์คอนดักแตนซ์เชิงเส้นที่ใช้เทคนิคการขับสัญญาณอินพุตที่ขาบอดี้ของมอสเฟต ร่วมกับการใช้ตัวต้านทานถดถอยที่ขาซอร์สร่วมและโครงสร้างวงจรตามสัญญาณแบบกลับแรงดัน วงจรใช้กำลังงาน 0.8 μW จากแรงดันไฟเลี้ยง 0.8 V และมีความเป็นเชิงเส้นที่ดี

วงจรที่นำเสนอใหม่ทั้งหมดสามารถทำงานได้ที่แรงดันไฟเลี้ยงต่ำและใช้กำลังงานต่ำ ทำให้มีศักยภาพเหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้งานในส่วนประมวลสัญญาณของระบบวงจรรวมสำหรับทางชีวการแพทย์หรือระบบโครงข่ายเซนเซอร์ไร้สายรอบร่างกาย

Abstract

Project Code : RSA5180015
Project Title : Ultra Low-Power CMOS Analog and Mixed-Signal Integrated Circuits for Biomedical Applications and Pervasive Healthcare
Investigator : Associate Professor Dr. Apinunt Thanachayanont
Institution : King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
E-mail Address : ktapinun@kmitl.ac.th
Project Period : 15 September 2008 - 14 September 2011

This report is concerned with the design and implementation ultra low power CMOS analog and mixed-signal integrated circuits for biomedical application and pervasive healthcare. Novel low-voltage low-power circuits have been proposed and realized in modern sub-micron CMOS technologies, using innovative circuit techniques including subthreshold MOSFETs, current-mode translinear circuits, and body-driven technique. The newly proposed circuits include the followings.

Ultra low-power read-out circuit for pH Ion-sensitive FET (ISFET) which exploits the ISFET-REFET differential amplifier and the Translinear principle to achieve good linearity and common-mode rejection ability. The circuit is compact and consumes nanoWatts of power.

Current-mode logarithmic analog-to-digital converters using the pipeline and algorithmic structures have been realized with 6-8 bits of resolution. The circuits exploits subthreshold MOSFETs and the Translinear principle and operates with 0.2-4 μW under 1-1.8 V power supply voltage.

Low-power RF power detector exploits the non-linearity of MOSFET and active load to increase the conversion gain, which allows low operating bandwidth and alleviates the need for rectifier and filter circuits. The circuit can detect input power in the range of -70 to -20 dBm and input frequencies from 0.5 to 5 GHz, with 0.9-mW power dissipation.

Linear operational transconductance amplifier which uses the body-driven technique with resistive source degeneration and flipped-voltage follower topology to achieve good linearity with 0.8-μW power dissipation under a 0.8-V power supply voltage.

All circuits proposed in this report can operate under low power supply voltage and low power dissipation. They exhibit strong potential for applications in the areas of biomedical electronic signal processing systems and wireless body area and sensor network.