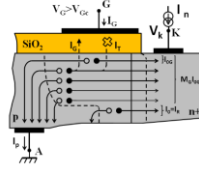


Abstract

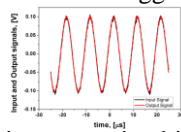


Silicon technology has advanced through the past four decades at exponential rate both in performance and productivity. Along with the miniaturization, the power demand grew also exponentially. New technologies are studied in order to develop switches that commute faster and, in the near future, we might see an increasing number of hybrid approaches to overcome the limitations given by the CMOS technology. One device proposed for faster switching than the 60mV/dec limit imposed by the silicon was the impact ionization MOS. The device consists of a *pn* diode that is operated in breakdown regime and at its margin is a MOS capacitor that can control the breakdown voltage. The device can be operated by pulses in order to prevent the destruction the oxide. Another method for operating the device is by injecting a constant current. A new class of electronic circuits that is based on the constant current biasing is described in this work. The breakdown of the diode varies with the gate voltage linearly and at one value, the breakdown voltage presents a collapse. At that point the breakdown is passing from the *pn* diode to the MOS capacitor.

Two biasing schemes are proposed in this work, one that exploits the linear slope of the breakdown voltage with respect to the gate voltage and the other one that triggers the two breakdowns in the same time. A complete physical model of the device in breakdown regime is presented. Being operated with hot carriers, the distortions of any analog circuit should be minimal. This is the reason why we have used both configuration of the gated diode (I-MOS) for analog circuitry, developing a programmable low pass filter and a small signal amplification. By making use of the hysteresis of the breakdown collapse, a relaxation oscillator scheme will be proposed. Using the property that the breakdown voltage is dependent on the voltage applied on the gate and on the charge trapped in the oxide, a method of measuring the trapped electrons in the oxide with an excellent accuracy will be presented.

An analog accurate SPICE model is also reported in this work. The model was tested with discrete components. Full SPICE model of the diode in the common anode configuration with the breakdown collapse voltage was created and validated with measurements. Finite element simulation were also performed in order to determine the physical phenomena that can appear due to the aggressive scaling of the CMOS technology.

Abstract:



Tehnologia siliciului a avansat în ultimele patru decenii într-un ritm exponențial în ceea ce privește performanța cât și productivitatea. Odată cu miniaturizarea procesului, consumul de putere a crescut de asemenea exponențial. Noi tehnologii sunt studiate în vederea dezvoltării tranzistoarelor care să comute mai rapid ceea ce face posibil ca în viitorul apropiat să observăm tehnologii alternative pentru a depăși limitele impuse de tehnologia CMOS. Un dispozitiv care are posibilitatea de a comuta mai repede decât 60mV/dec, limita impusă de siliciu, este tranzistorul cu ionizare prin impact. Dispozitivul este format dintr-o joncțiune *pn* polarizată în străpungere, la marginea căreia se afla un condensator MOS prin care se poate controla tensiunea de străpungere a diodei. Dispozitivul este operat în regim de pulsuri pentru a preveni distrugerea termică. O altă metodă de funcționare, care face obiectul de studiu al acestei teze, este polarizarea diodei în străpungere prin injecția unui curent constant. Tensiunea de străpungere a diodei variază liniar cu tensiunea de poartă, iar la o anumită valoare străpungerea prezintă un colaps. Acest fenomen se datorează trecerii străpungerii de la joncțiune la condensator.

Două scheme de polarizare sunt propuse în această lucrare. Prima se bazează pe zona liniară a caracteristicii de transfer și cealaltă folosește transferul străpungerii de la diodă la condensator. Un model fizic complet al dispozitivului este prezentat în lucrare. Principiul de funcționare al dispozitivului fiind bazat pe purtători fierbinți, distorsiunile oricărui circuit analog ar trebui să fie minime. Din acest motiv s-au folosit cele două scheme de polarizare pentru a crea un filtru trece-jos programabil și un amplificator de semnal mic. Făcând uzanță de fenomenul de histerzis al dispozitivului, în lucrare este descris un oscilator de relaxare. Lucrarea mai prezintă și folosirea dispozitivului ca și vehicul de test pentru oxizi, folosind fenomenul de variație a tensiunii de străpungere în funcție de tensiunea aplicată pe poartă și sarcinile din oxizi. O acuratețe foarte mare a fost obținută prin aceasta metodă. Un model SPICE pentru regimul analog este de asemenea prezentat în această lucrare. Acest model a fost testat folosind componente discrete.