

УДК 621.382.323

Разработка SPICE-модели МОП транзисторов для приборов, работающих при криогенных температурах

И.С. Моцев^{1,2}, Ю.А. Якимов^{1,3}

¹АО «НПО «Орион»

²Национальный исследовательский университет «МЭИ»

³Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Фотоприёмные матричные устройства ИК диапазона, изготовленные на основе таких фоточувствительных материалов, как CdHgTe или InSb, требуют охлаждения вплоть до криогенной температуры [1]. Фоточувствительные элементы и схема накопления и считывания заряда стыкуются индиевыми контактами, и находится друг над другом. В связи с этим также охлаждается и БИС считывания.

Из-за низкотемпературных эффектов, таких как вымораживание носителей заряда, изменение их подвижности и сдвиг порогового напряжения, стандартная SPICE-модель BSIM3V3 не дает точных результатов [2]. Для учета эффектов в охлаждаемых транзисторах необходимо переработать методику расчета температурных зависимостей параметров модели.

В работе исследовались статические характеристики МОП-транзистора, работающего при охлаждении до криогенной температуры, выполненного по КМОП технологии 180 нм/1.8 и 3,3 В.

В стандартной модели BSIM3V3 критические параметры имеют линейные зависимости от температуры, справедливые при температуре выше 200 К. Для снижения ошибок аппроксимации в диапазоне 77 – 300 К в модель были включены зависимости более высокого порядка.

Экстракция параметров проводилась с помощью физико-топологического моделирования. На первом этапе моделированием технологических операций создавалась двумерная модель транзистора, на следующем этапе решалась полная система полупроводниковых уравнений с учетом точных физических моделей, позволяющих максимально приблизить результаты к экспериментальным данным, в том числе и при криогенной температуре [3].

Результатом работы является модель, более точно описывающая работу МОП-транзистора при проектировании электрических схем для приборов, работающих при криогенных температурах.

Литература

1. *Филачев А.М. [и др.]* Твердотельная фотоэлектроника. Фотодиоды. – М.: Физматкнига, 2011. – 448 с.
2. *Hongliang Zhao, Xinghui Liu* Modeling of a standard 0.35 μm CMOS technology operating from 77 K to 300 K. – Cryogenics. – 2014. – V. 59. – P. 49.
3. *Syed Aon Mujtaba* Advanced mobility models for design and simulation of deep submicrometer MOSFETs. – Ph.D Thesis. – Stanford University – 1995.