

Goodnick's commentary in Russian translation

Наноэлектроника и материалы: Мы достигаем пределов закона Мура, в котором масштабирование приближается к своим пределам. Транзисторы стали неплоскими и скорее похожи на нанопроволоки, чем на устройства (например, FINFET все чаще используются такими компаниями, как Intel).

Существует тенденция ухода от использования кремния в качестве активного слоя (однако субстрат по-прежнему кремний) при все более частом использовании кремний-германиевых материалов и материалов соединения А III В V. Графен когда-то рассматривался как перспективный материал, однако для транзисторов, которые используются в цифровой логике, отсутствие запрещенной зоны превратило его в неподходящего для этих целей кандидата. Однако, в последние несколько лет, большой интерес вызывают другие 2D материалы, такие как дихалькогениды переходных металлов (например, MoS₂), черный фосфор, в каком-то смысле схожий с графеном, и другие.

На сегодняшний день, транспортные свойства оставляют желать лучшего (гораздо более низкая подвижность, чем у кремния и материалов соединения А III В V). Актуальной темой являются топологические изоляторы: материалы, которые являются изоляторами в целом, но из-за свойств симметрии имеют графеноподобную структуру на поверхности, которая теоретически имеет низкое рассеяние и высокую подвижность (это еще предстоит продемонстрировать). Другая проблема, это рассеивание мощности и масштабирование. В то время как пороговое напряжение уменьшается для снижения мощности, ток в закрытом состоянии становится слишком большим, а статическая рассеиваемая мощность начинает преобладать над потреблением энергии.

На устройствах с низким подпороговым наклоном тока по-прежнему должно быть проделано много работы (чем ниже эта метрика, тем круче отключение с напряжением). Туннельные полевые транзисторы также являются широко обсуждаемой темой.

В настоящее время разрабатываются два пути: один из них - нейроморфные вычисления, то есть традиционные транзисторы, но параллельные аналоговые вычисления, такие как нейронные сети. Второй - спинтроника, управление электронным спином как логикой или информацией, содержащей состояние, как для хранения (MRAM, которую Motorola выделила много лет назад как Everspin), так, теперь, и для логики. Ведутся исследования осцилляторов и приборов с крутящим моментом.

Нанофотоника: Возрастает интерес к терагерцовому режиму, которого трудно достичь с помощью оптоэлектронных или электронных устройств. Такие технологии, как квантовый каскадный лазер, представляют собой наноструктурированные устройства, которые продемонстрировали работу в режиме приближенном к терагерцовому. Наноплазмоника и метаматериалы также продолжают играть важную роль для многих оптических и ЭМ-приложений.

Наноэнергия: Будут продолжены инновации в фотоэлектрических устройствах с использованием наноструктурированных систем для улучшения сбора света. Технологии

хранения, такие как батареи и топливные элементы, используют нанотехнологические материалы для анодов и катодов для увеличения эффективной площади поверхности и ее каталитических свойств.

Наномедицина: Современные достижения закладывают основу для разработки будущих инновационных диагностических приложений и новых терапевтических возможностей, а также наноматериалов для развития клеточной / молекулярной биологии и тканевой инженерии.