

СИЛИЦИДЫ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ БАРЬЕРНЫХ СТРУКТУР

Крылов С.М.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Шахлевич Г.М. – к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. Исследованы процессы образования контактных слоёв на кремнии бинарными сплавами никеля и ванадия. Установлены температуры образования силицидов при разных соотношениях металлов. Проведено сравнение контактных слоёв на основе системы никель-кремний и никель-ванадий-кремний.

Ключевые слова: силициды переходных металлов, тонкоплёночные структуры, высокотемпературный отжиг, фазообразование.

Введение. С уменьшением размеров элементов интегральных микросхем к слоям в системе металлизации предъявляют всё более жёсткие требования. Так, при снижении толщины диффузионно-барьерного слоя должны сохраняться его функциональная эффективность, т.е. предотвращение взаимной диффузии. Поэтому поиск новых соединений для контактных и диффузионно-барьерных слоёв и изучение их свойств является важной задачей в микроэлектронике.

Основная часть. В настоящей работе предложено использовать в качестве материала контактных слоёв бинарные сплавы на основе никеля с различным содержанием ванадия и проводятся результаты исследования фазового состава и кристаллической структуры систем тонкая пленка $(Ni-V)$ -кремний. Пленки толщиной 0,2 - 0,3 мкм наносились на кремниевые подложки с ориентацией $\langle 111 \rangle$ методом ионно-плазменного распыления составных мишеней. Отжиг проводился в вакууме не хуже 10^{-4} Па при температуре 280 – 800 °С в течении 900 с.

Характер фазообразования в исследуемой системе изображен на рисунке 1. Видно, что в образцах $(Ni - 4 \text{ вес. \% } V) - Si$ и $(Ni - 17 \text{ вес. \% } V) - Si$ силицидообразование начинается в области 300 – 400 °С и первым образуется силицид изоструктурный Ni_5Si_2 . В образце $(Ni - 45 \text{ вес. \% } V) - Si$ при 600 – 700 °С практически одновременно образуются фазы изоструктурные Ni_2Si , Ni_3Si_2 и VSi_2 . Это, с другой стороны, говорит о существенном понижении температуры образования силицида ванадия. Последовательность образования соединений также зависит от концентрации примесных атомов. Так в $(Ni - 4 \text{ вес. \% } V) - Si$ начальная фаза при 500 °С переходит в фазу типа $NiSi$, а в $(Ni - 17 \text{ вес. \% } V)$ после Ni_5Si_2 при такой же температуре образуется соединение типа Ni_2Si стабильное до 700 °С.

Среди других особенностей указанной системы следует отметить эффект фазового разделения. Данные микроскопии вторичных ионов указывает на образование двухслойных структур, внешний слой которых обогащён тугоплавким металлом или его силицидом и выступает в роли диффузионно-барьерного слоя, а внутренний – состоит, в основном, из силицидов никеля. Причем наблюдается не просто малое проникновение атомов V в подложку, но, в какой-то мере, и вытеснение его на поверхность.

Анализ результатов рентгено- и электронографических измерений, а также микроскопии вторичных ионов с постоянным травлением показывает, что характер взаимодействия между тонкой пленкой бинарного сплава $(Ni - V)$ и кремнием, сильно отличается от наблюдаемого в тонкоплёночной системе $Ni - Si$. Присутствие ванадия в системе не только увеличивает температуру начала силицидообразования, но и позволяет получать соединения, которые ранее не наблюдались в тонкоплёночных системах и при обычном синтезе силицидов никеля.

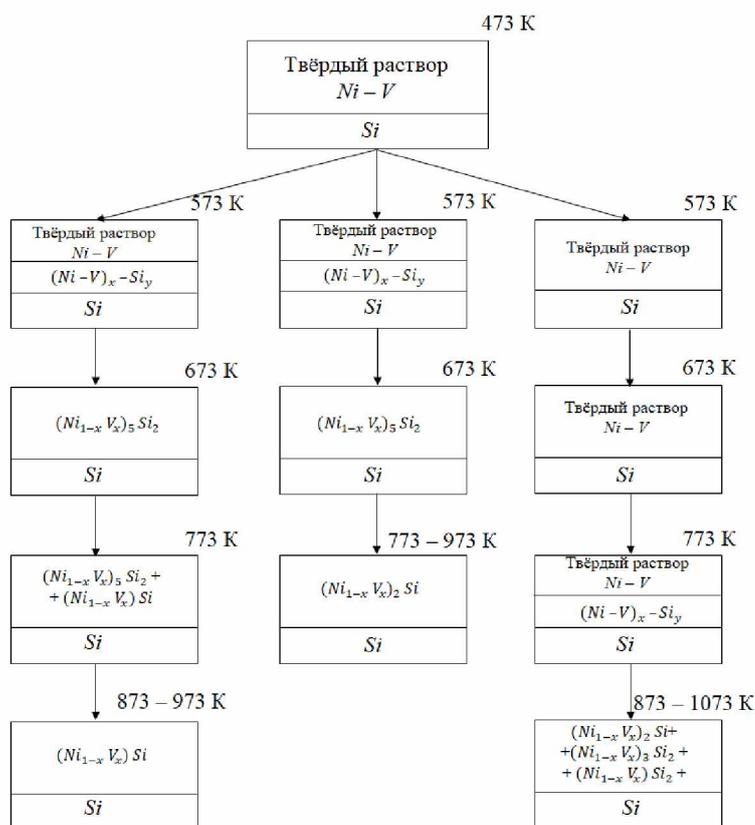


Рисунок 1– Схематическая диаграмма, отражающая последовательность фазообразования в системе $(Ni - V) - Si$ при термообработке

Заключение. Выполнен анализ образования контактного слоя на основе бинарного сплава никеля и ванадия. Проанализированы соединения кремния с бинарным сплавом при различных соотношениях двух металлов. Получены температурные профили соединений кремния с никелем и ванадием. Установлено образование двухслойной структуры контактного слоя.

Список литературы

1. Силициды / Самсонов Г.В., Дворина Л.А., Рудь Б.М. – М.: Металлургия, 1979. - 272 с.
2. Материалы и процессы формирования систем металлизации кремниевых интегральных схем: Уч. пособие / Громов Д.Г., Мочалов А.И. – М.: МИЭТ, 2006. -180 с.
3. Текстура пленок боридов, нитридов и силицидов переходных металлов, полученных методами ионного осаждения / Игнатенко П.И., Гончаров А.А., Терпий Д.Н. // Неорганические материалы – 2007– том 43, №4 – с 405–409.
4. Современные проблемы высокотемпературного электрохимического синтеза соединений переходных металлов IV–VI групп / Шаповал В.И., Мальшиев В.В., Новоселова И.А. // Успехи химии – 1995– том 64, № 2 – с 133–141.

UDC 621.382.12

REFRACTORY METAL SILICIDES FOR THIN-FILM BARRIER STRUCTURES

Krylov S.M.

Annotation. Due to the main trend in microelectronics—reduction in the size of integrated circuit elements, more and more stringent requirements are imposed on the layers in the metallization system. Thus, at the general reduction in the thickness of the diffusion-barrier layer, its functional efficiency must be preserved. Thermal problems and the resulting cooling tasks are becoming more and more important. And a particularly important factor is the prevention of diffusion. Therefore, the search for new compounds for contact and diffusion-barrier layers and the study of their properties is an important task for the development of integrated circuits (ICs) in microelectronics.

Key words: transition metal silicides, thin-film structures, high-temperature annealing, phase formation.