



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013115237/05, 05.09.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.09.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
08.09.2010 US 61/380,719

(43) Дата публикации заявки: 20.10.2014 Бюл. № 29

(45) Опубликовано: 27.01.2016 Бюл. № 3

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: CN1654585 A 17.08.2005. US2009121178
A1 14.05.2009. US2002034875 A1 21.03.2002.
US6218305 B1 17.04.2001. US20040166779 A1
26.08.2004. RU2356926 C2 27.05.2009.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 08.04.2013(86) Заявка РСТ:
IB 2011/053867 (05.09.2011)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2012/032451 (15.03.2012)

Адрес для переписки:

105064, Москва, а/я 88, "Патентные поверенные
Квашнин, Сапельников и партнеры"

(72) Автор(ы):

ЛИ Южуо (DE),

ЧУ Джеа-Джу (TW),

ВЕНКАТАРАМАН Шиам Сундар (TW),

ЧИУ Вей Лан Уиллиам (TW),

ПИНДЕР Харви Уэйн (US)

(73) Патентообладатель(и):

БАСФ СЕ (DE)

(54) ВОДНАЯ ПОЛИРУЮЩАЯ КОМПОЗИЦИЯ И СПОСОБ ХИМИКО-МЕХАНИЧЕСКОГО
ПОЛИРОВАНИЯ ПОДЛОЖЕК, СОДЕРЖАЩИХ ПЛЕНКИ ДИЭЛЕКТРИКА ОКСИДА КРЕМНИЯ
И ПОЛИКРЕМНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к новой водной полирующей композиции для полирования полупроводниковых подложек, содержащих пленки диэлектрика оксида кремния и поликремния, а также необязательно содержащих пленки нитрида кремния. Указанная водная полирующая композиция содержит (А) по меньшей мере один тип абразивных частиц, (В) от 0,001 до 5,0 мас.% по меньшей мере одного растворимого в воде полимера, (С) по меньшей мере один анионный фосфатный диспергирующий агент. Абразивные частицы (А) содержат или

состоят из диоксида церия, положительно заряжены при диспергировании в водной среде, свободной от компонента (С) и имеющей рН в интервале от 3 до 9, что подтверждается электрофоретической подвижностью. Компонент (В) по меньшей мере это один растворимый в воде полимер, выбран из группы, состоящей из линейных и разветвленных гомополимеров и сополимеров алкиленоксидов. Изобретение относится и к способу полирования подложек для электрических, механических и оптических устройств с применением указанной водной

полирующей композиции. Полирующая композиция по изобретению обладает значительно улучшенной селективностью оксид/поликремний и обеспечивает получение

полированных пластин, имеющих превосходную глобальную и локальную плоскостность. 2 н. и 11 з.п. ф-лы, 6 табл., 9 пр.

R U 2 5 7 3 6 7 2 C 2

R U 2 5 7 3 6 7 2 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 573 672** (13) **C2**

(51) Int. Cl.

C09G 1/02 (2006.01)

B24B 7/22 (2006.01)

B24B 37/04 (2012.01)

C09K 3/14 (2006.01)

H01L 21/3105 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2013115237/05, 05.09.2011**

(24) Effective date for property rights:
05.09.2011

Priority:

(30) Convention priority:
08.09.2010 US 61/380,719

(43) Application published: **20.10.2014** Bull. № 29

(45) Date of publication: **27.01.2016** Bull. № 3

(85) Commencement of national phase: **08.04.2013**

(86) PCT application:
IB 2011/053867 (05.09.2011)

(87) PCT publication:
WO 2012/032451 (15.03.2012)

Mail address:

**105064, Moskva, a/ja 88, "Patentnye poverennye
Kvashnin, Sapel'nikov i partnery"**

(72) Inventor(s):

**LI Juzhuo (DE),
ChU Dzhea-Dzhu (TW),
VENKATARAMAN Shiam Sundar (TW),
ChIU Vej Lan Uilliam (TW),
PINDER Kharvi Uehjn (US)**

(73) Proprietor(s):

BASF SE (DE)

(54) AQUEOUS POLISHING COMPOSITION AND METHOD FOR CHEMICAL-MECHANICAL POLISHING OF SUBSTRATES HAVING POLYSILICON AND SILICON OXIDE DIELECTRIC FILMS

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to a novel aqueous polishing composition for polishing semiconductor substrates having polysilicon and silicon oxide dielectric films, and optionally having silicon nitride films. Said aqueous polishing composition contains (A) at least one type of abrasive particles, (B) 0.001-5.0 wt % of at least one water-soluble polymer, (C) at least one anionic phosphate dispersant. The abrasive particles (A) contain or consist of cerium dioxide, are positively charged during dispersion in an aqueous medium, are free of component (C) and have pH in the range of 3-9, which

is confirmed by electrophoretic mobility. Component (B) is at least one water-soluble polymer selected from a group consisting of straight and branched alkylene oxide homopolymers and copolymers. The invention also relates to a method of polishing substrates for electrical, mechanical and optical devices using said aqueous polishing composition.

EFFECT: disclosed composition has considerably improved oxide/polysilicon selectivity and enables to obtain polished plates having excellent global and local flatness.

13 cl, 6 tbl, 9 ex

Данное изобретение относится к новой водной полирующей композиции, которая особенно подходит для полирования полупроводниковых подложек, содержащих пленки диэлектрика оксида кремния и поликремния, а также необязательно содержащих пленки нитрида кремния.

5 Более того, данное изобретение относится к новому способу полирования подложек для производства электрических, механических и оптических устройств, где указанные подложки содержат пленки оксида кремния и поликремния, а также необязательно содержат пленки нитрида кремния.

Цитированные документы

10 Документы, цитированные в данной заявке, включены сюда путем ссылки во всей полноте.

Уровень техники

Химико-механическая планаризация или полирование (ХМП) является главным способом для достижения локальной и глобальной плоскостности интегральных схем (ИС). В способе обычно применяют композиции для ХМП или суспензии, содержащие абразивы и другие добавки в качестве активного химического вещества, между вращающейся поверхностью субстрата и полирующей подушкой при применении нагрузки. Таким образом, способ ХМП сочетает в себе физический процесс, такой как трение, и химический процесс, такой как окисление или хелатирование. Не желательно, чтобы удаление или полирование материала подложки включало только физическое или только химическое действие, необходимо синергетическое сочетание обоих действий для достижения быстрого и однородного удаления.

Таким образом, материал подложки удаляют до тех пор, пока не будет достигнута желаемая плоскость или пока не обнажается защитный подслой или тормозящий слой. В конечном итоге получают плоскую, свободную от дефектов поверхность, которая позволяет производство подходящего многослойного ИС устройства с применением последующей фотолитографии, формирования рельефа, травления и нанесения тонких пленок.

Узкощелевая изоляция (УЩИ) является особым применением ХМП, который обычно требует селективного удаления диоксида кремния до нитрида кремния на структурированной пластине в качестве субстрата. В этом случае, протравленные углубления переполняются диэлектрическим материалом, например, диоксидом кремния, который полируют с применением защитной пленки нитрида кремния в качестве тормозящего слоя. ХМП заканчивается очищением диоксида кремния с защитной пленки при минимизации удаления обнаженного нитрида кремния и расположенного в щели (углублении) оксида кремния.

Это требует применения суспензий ХМП, способных давать высокое отношение скорости удаления диоксида кремния (material removal rate, MRR) к скорости удаления нитрида кремния (MRR), при этом в данной области техники такое соотношение также обозначается как «селективность оксид/нитрид» («oxide-to-nitride selectivity»).

В последнее время поликремниевые пленки также применяют в качестве защитных пленок или в качестве материала для электродов (см. патент США US 6,626,968 B2). Поэтому становится крайне желательно получить суспензии ХМП и способы, которые позволяют проводить глобальную плоскостность подложек, содержащих пленки диэлектрика оксида кремния и поликремния. Требуются суспензии ХМП, демонстрирующие высокую селективность оксид/поликремний.

Даже более предпочтительно получить суспензии ХМП и способы, которые позволяют получить глобальную плоскостность подложек, дополнительно содержащих

пленки нитрида кремния.

В этом случае селективность оксид/нитрид не должна быть слишком высокой, для того чтобы избежать впадин и других повреждений и дефектов в глобально планаризованной, гетерогенной, структурированной поверхности, содержащей области из оксида кремния, нитрида кремния и поликремния. Однако селективность нитрид/поликремний должна быть тоже высокой.

ХМП суспензии на основе диоксида церия привлекли значительное внимание в области применения УШЦ благодаря их способности достигать сравнительно высокой селективности оксид/нитрид из-за высокого химического сродства диоксида церия с диоксидом кремния, которое также называется в данной области техники как химическим эффектом «зубчатого зацепления» диоксида церия.

Тем не менее, селективность оксид/поликремний суспензий ХМП на основе диоксида церия должна быть улучшена за счет добавок, которые «подгоняют» селективность.

Было предпринято множество попыток подогнать селективность суспензий ХМП на основе диоксида церия.

Так, Jae-Don Lee et al. описывают в Journal of the Electrochemical Society, 149 (8), G477-G481, 2002, влияние неионогенных поверхностно-активных веществ с различным гидрофильно-липофильным балансом (ГЛБ), таких как полиэтиленоксиды, сополимеры этиленоксид-пропиленоксид, и триблоксополимеры этиленоксид-пропиленоксид-этиленоксид, на селективность оксид/поликремний во время ХМП. Однако пирогенный кремнезем применяют в качестве абразива.

P.W. Carter et al. описывают в Electrochemical and Solid-State Letters, 8 (8) G218-G221 (2005), Interfacial Reactivity between Ceria and Silicon Dioxide and Silicon Nitride Surfaces, Organic Additive Effects, влияние глутаминовой кислоты, пиколиновой кислоты, 4-оксибензойной кислоты, имидазола, уксусной кислоты, муравьиной кислоты, 3-оксипиколиновой кислоты, антранилиновой кислоты, пирролкарбоновой кислоты, циклогексанкарбоновой кислоты, пиперазина, пиридина, 2-фенилуксусной кислоты, бензойной кислоты, 3-аминофенола, янтарной кислоты, бетаина, глицина, пролина, бензолсульфоновой кислоты, морфолина, салициловой кислоты, терефталевой кислоты, яблочной кислоты, изопропанола, лимонной кислоты и щавелевой кислоты на селективность оксид/нитрид.

Y.N. Prasad et al. описывают влияние пролина и аргинина. в Electrochemical and Solid-State Letters, 9 (12) G337-G339 (2006), Role of Amino-Acid Absorption on Silica and Silicon Nitride Surfaces during STI CMP.

Hyun-Goo Kang et al. описывают в Journal of Material Research, volume 22, No.3, 2007, pp.777-787 влияние размера абразивных частиц и молекулярной массы поли(акриловой кислоты) в суспензии диоксида церия на селективность удаления $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$ пленок в химико-механической планаризации с узкощелевой изоляцией.

S. Kim et al. описывают в Journal of Colloid and Interface Science, 319 (2008), pp.48-52, абсорбирующие свойства анионного полиэлектролита для химико-механического полирования (ХМП).

S.V. Babu et al. в публикации Electrochemical and Solid-State Letters, 7 (12) G327-G330 (2004), Slurry Additive Effects on the Suppression of Silicon Nitride Removal During CMP исследуют влияние аргинина, лизина, пролина, N-метилглицина, аланина, глицина, пиколиновой кислоты, N,N-диметилглицина, 3-аминомасляной кислоты и изоникотиновой кислоты.

Jae-Dong Lee et al. описывают в Journal of the Electrochemical Society, 149(8) G477-G481, 2002, Effects of Nonionic Surfactants on Oxide-To-Polysilicon Selectivity during Chemical

Mechanical Polishing, влияние поверхностно-активных веществ, таких как полиэтиленоксид (ПЭО) и триблоксополимеры этиленоксид-пропиленоксид-этиленоксид, на селективность. Однако это не относится к селективности оксид/нитрид.

В патентах США US 5,738,800, US 6,042,741, US 6,132,637 и US 6,218,305 В описана суспензия ХМП на основе диоксида церия, содержащая комплексообразующие агенты, такие как яблочная кислота, винная кислота, глюконовая кислота, лимонная кислота, орто-, ди- и полиоксibenзойные кислоты, фталевая кислота, пирокатехин, пирогаллол, галловая кислота, дубильная кислота и их соли. Более того, суспензия ХМП на основе диоксида церия содержат анионное, катионное, амфотерное или неионогенное поверхностно-активное вещество. Указывается, что суспензия ХМП на основе диоксида церия имеет высокую селективность оксид/нитрид.

В патентах США US 5,759,917, US 6,689,692 В1 и US 6,984,588 В2 описана суспензия ХМП на основе диоксида церия, содержащая карбоновую кислоту, такую как уксусная кислота, адипиновая кислота, масляная кислота, каприновая кислота, капроновая кислота, каприловая кислота, лимонная кислота, глутаровая кислота, гликолевая кислота, муравьиная кислота, фумаровая кислота, молочная кислота, лауриновая кислота, яблочная кислота, малеиновая кислота, малоновая кислота, миристиновая кислота, щавелевая кислота, пальмитиновая кислота, фталевая кислота, пропионовая кислота, пировиноградная кислота, стеариновая кислота, янтарная кислота, винная кислота, валериановая кислота, 2-(2-метоксиэтокси)уксусная кислота, 2-[2-(2-метоксиэтокси)этокси]уксусная кислота, простой поли(этиленгликоль)бис(карбоксиметил)эфир и их производные и соли. Кроме того, суспензия ХМП на основе диоксида церия содержит растворимые в воде органические и неорганические соли, такие как нитраты, фосфаты и сульфаты. Указывается, что суспензия ХМП на основе диоксида церия полирует скорее излишки оксида кремния, нежели чем слой нитрида кремния.

В патенте США US 6,299,659 В1 описана суспензия ХМП на основе диоксида церия, где абразивные частицы с целью улучшения селективности оксид/нитрид обработаны связующим агентом на основе силана, титаната, цирконата, алюминия и фосфата.

В заявке на патент США US 2002/0034875 А1 и патенте США US 6,626,968 В2 описана суспензия ХМП на основе диоксида церия, содержащую поверхностно-активные вещества, агенты для регулирования уровня pH, такие как гидроксид калия, серная кислота, азотная кислота, соляная кислота или фосфорная кислота, и полимеры, содержащие гидрофильную функциональную группу и гидрофобную функциональную группу, такие как поливинилметил)эфир (ПВМЭ), полиэтиленгликоль (ПЭГ), полиоксиэтилен 23 лауриловый эфир (ПОЛЭ), полипропионовая кислота (ППК), полиакриловая кислота (ПАК), и полиэтиленгликоля бисэфир (ПЭГБЭ). Тем не менее, эта суспензия ХМП на основе диоксида церия увеличивает селективность оксид/поликремний.

В патенте США US 6,436,835 В1 описывается суспензия ХМП на основе диоксида церия для процесса узкощелевой изоляции, содержащая растворимые в воде органические соединения, имеющие группы карбоновой кислоты, либо карбоксилатные группы, либо группы сульфоновой кислоты или группы сульфаминовой кислоты, такие как полиакриловая кислота, полиметакриловая кислота, конденсат нафталинсульфокислоты и формалина, яблочная кислота, молочная кислота, винная кислота, глюконовая кислота, лимонная кислота, янтарная кислота, адипиновая кислота, фумаровая кислота, аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, глицин-4-аминомасляная кислота, 6-аминогексановая кислота, 12-аминолауриновая кислота, аргинин, глицилглицин,

лаурилбензолсульфо кислота и их аммониевые соли. Указывается, что суспензия ХМП на основе диоксида церия имеет высокую селективность оксид/нитрид.

В патентах США US 6,491,843 B1, US 6,544,892 B2 и US 6,627,107 B2 описана суспензия ХМП на основе диоксида церия, содержащая альфа-аминокислоты, такие как лизин, аланин и пролин для улучшения селективности оксид/нитрид.

В патенте США US 6,616,514 B1 описана суспензия ХМП на основе диоксида церия, содержащая органические многоатомные спирты, содержащие, по меньшей мере, 3 гидроксильные группы, которые не диссоциируют в водной среде; или полимер, полученный из, по меньшей мере, одного мономера, содержащего, по меньшей мере, 3 гидроксильные группы, которые не диссоциируют в водной среде, такой как манит, сорбит, манноза, ксилит, сорбоза, сахароза и декстрин, для улучшения селективности оксид/нитрид.

В патенте США US 7,071,105 B2 и заявке на патент США US 2006/0144824 A1 описана суспензия ХМП на основе диоксида церия, содержащая полирующую добавку, содержащую функциональные группы, имеющие рКа 4-9. Полирующую добавку выбирают из группы, состоящей из ариламинов, аминоспиртов, алифатических аминов, гетероциклических аминов, гидроксаминных кислот, аминокислот, карбоновых кислот, циклических одноосновных карбоновых кислот, ненасыщенных одноосновных карбоновых кислот, замещенных фенолов, сульфонамидов, тиолов и их солей, в частности, хлоридов, бромидов, сульфатов, сульфонов, трифторметилсульфонатов, ацетатов, трифторацетатов, пикратов перфторбутиратов, а также натриевых, калиевых и аммониевых солей.

Ариламины, указанные в явной форме, представляют собой анилин, 4-хлоранилин, 3-метоксианилин, N-метиланилин, 4-метоксианилин, п-толуидин, антралиловую кислоту, 3-амино-4-гидроксibenзолсульфо кислоту, аминокислотный спирт, аминокислотамин, 1-(аминофенил)пиррол, 1-(3-аминофенил)этанол, простой 2-аминофениловый эфир, 2,5-бис-(4-аминофенил)-1,3,4-оксадиазол, 2-(2-аминофенил)-1H-1,3,4-триазол, 2-аминофенил, 3-аминофенил, 4-аминофенил, диметиламинофенол, 2-аминотиофенол, 3-аминотиофенол, 4-аминофенилметилсульфид, 2-аминобензолсульфонамид, ортаниловую кислоту, 3-аминобензолбороновую кислоту, 5-аминоизофталевую кислоту, сульфациламид, сульфаниловую кислоту, о- или п-арсаниловую кислоту и (3R)-3-(4-трифторметилфениламино)валериановую кислоту.

Аминоспирты, указанные в явной форме, представляют собой триэтаноламин, бензидиэтаноламин, трис(гидроксиметил)аминометан, гидроксилламин, и тетрациклин.

Алифатические амины, указанные в явной форме, представляют собой метоксиламин, гидроксилламин, N-метилгидроксилламин, N,O-диметилгидроксилламин, бета-дифторэтиламин, этилендиамин, триэтилендиамин, диэтил((бутиламино)(2-гидроксифенил)метил)фосфонат, иминоэтаны, иминобутаны, триаллиламин, цианоамины, такие как аминокислотонитрил, диметиламиноацетонитрил, 2-амино-2-цианопропан, изопропиламинопропионитрил, диэтиламинопропионитрил, аминокислотонитрил, дицианодиэтиламин, гидразин, метилгидразин, тетраметилгидразин, N,N-диметилгидразин, фенилгидразин, N,N-диэтилгидразин, триметилгидразин, этилгидразин и их соли.

Гетероциклические амины, указанные в явной форме, представляют собой имидазол, 1-метилимидазол, 2-метилимидазол, 2-этилимидазол, 2-гидроксиметилимидазол, 1-метил-2-гидроксиметилимидазол, бензимидазол, хинолин, изохинолин, оксихинолин, меламина, пиридин, бипиридин, 2-метилпиридин, 4-метилпиридин, 2-аминопиридин, 3-аминопиридин, 2,3-пиридиндикарбоновую кислоту, 2,5-пиридиндикарбоновую кислоту,

2,6-пиридиндикарбоновую кислоту, 5-бутил-2-пиридинкарбоновую кислоту, 2-пиридинкарбоновую кислоту, 3-гидрокси-2-пиридинкарбоновую кислоту, 4-гидрокси-2-пиридинкарбоновую кислоту, 3-бензоил-2-пиридинкарбоновую кислоту, 6-метил-2-пиридинкарбоновую кислоту, 3-метил-2-пиридинкарбоновую кислоту, 6-бром-2-пиридинкарбоновую кислоту, 6-хлор-2-пиридинкарбоновую кислоту, 3,6-дихлор-2-пиридинкарбоновую кислоту, 4-гидразин-3,5,6-трихлор-2-пиридинкарбоновую кислоту, 2-хиолинкарбоновую кислоту, 4-метокси-2-хиолинкарбоновую кислоту, 8-гидрокси-2-хиолинкарбоновую кислоту, 4,8-гидрокси-2-хиолинкарбоновую кислоту, 7-хлор-4-гидрокси-2-хиолинкарбоновую кислоту, 5,7-дихлор-4-гидрокси-2-хиолинкарбоновую кислоту, 5-нитро-2-хиолинкарбоновую кислоту, 1-изохиолинкарбоновую кислоту, 3-изохиолинкарбоновую кислоту, акридин, бензохиолин, бензакридин, клонидин, анабазин, норникотин, триазолопиридин, пиридоксин, серотонин, гистамин, бензодиазепин, азиридин, морфолин, 1,8-диазабицикло(5,4,0)ундец-7-ен, ДАБКО (1,4-диазобицикло(2,2,2)октан), гексаметилентетрамин, пиперазин, N-бензоилпиперазин, 1-тозилпиперазин, N-карбоксиэтилпиперазин, 1,2,3-триазол, 1,2,4-триазол, 2-аминотиазол, пиррол, пиррол-2-карбоновую кислоту, 3-пирролин-2-карбоновую кислоту, этилпирролин, циклогексилпирролин, толилпирролин, тетразол, 5-циклопропилтетразол, 5-гидрокситетразол, 5-фенокситетразол, 5-фенилтетразол, фторурацил, метилтиоурацил, 5,5-дифенилгидантоин, 5,5-диметил-2,4-оксазалидиндион, фталимид, сукцинимид, 3,3-метилфенилглутаримид, 3,3-диметилсукцинимид, имидазол[2,3-b]тиоксазол, гидроксиимидазо[2,3-a]изоиндол, 5,5-метилфенилбарбитуровую кислоту, 1,5,5-триметилбарбитуровую кислоту, гексобарбитал, 5,5-диметилбарбитуровую кислоту, 1,5-диметил-5-фенилбарбитуровую кислоту и их соли.

Гидроксамовые кислоты, указанные особо, представляют собой формогидроксамовую кислоту, ацетогидроксамовую кислоту, бензгидроксамовую кислоту, салицилгидроксамовую кислоту, 2-аминобензгидроксамовую кислоту, 2-хлорбензгидроксамовую кислоту, 2-фторбензгидроксамовую кислоту, 2-нитробензгидроксамовую кислоту, 3-нитробензгидроксамовую кислоту, 4-аминобензгидроксамовую кислоту, 4-хлорбензгидроксамовую кислоту, 4-фторбензгидроксамовую кислоту, 4-нитробензгидроксамовую кислоту и их соли.

Аминокислоты, указанные в явной форме, представляют собой глутаминовую кислоту, бета-гидроксиглутаминовую кислоту, аспарагиновую кислоту, аспарагин, азасерин, цистеин, гистидин, 3-метилгистидин, цитозин, 7-аминоцефалоспоровую кислоту и карнозин.

Циклические одноосновные карбоновые кислоты, указанные в явной форме, представляют собой нафталин-2-карбоновую кислоту, циклогексанкарбоновую кислоту, циклогексилуксусную кислоту, 2-фенилмолочную кислоту, 4-оксибензойную кислоту, 3-оксибензойную кислоту, 2-пиридинкарбоновую кислоту, цис- и транс-циклогексанкарбоновую кислоту, бензойную кислоту и их соли.

Ненасыщенные одноосновные карбоновые кислоты, указанные в явной форме, представляют собой коричную кислоту, акриловую кислоту, 3-хлорпроп-2-енкарбоновую кислоту, кротоновую кислоту, 4-бут-2-енкарбоновую кислоту, цис- или транс-2-пентеновую кислоту, 2-метил-2-пентеновую кислоту, 2-гексеновую кислоту и 3-этил-2-гексеновую кислоту и их соли.

Фенолы, указанные в явной форме, представляют собой нитрофенол, 2,6-дигало-4-нитрофенолы, 2,6-ди-С₁₋₁₂-алкил-4-нитрофенолы, 2,4-динитрофенол, 3,4-динитрофенол, 2-С₁₋₁₂-алкил-4,6-динитрофенолы, 2-гало-4,6-динитрофенолы, динитро-о-крезол, пикриновую кислоту и их соли.

Сульфонамиды, указанные в явной форме, представляют собой N-хлортолилсульфонамид, дихлорфенамид, мафенид, нимесулид, сульфаметизол, сульфаперин, сульфацетамид, сульфадиазин, сульфадиметоксин, сульфаметазин, сульфапиридин, сульфахиноксалин и их соли.

5 Тиолы, указанные в явной форме, представляют собой персульфид водорода, цистеамин, цистеинилцистеин, метилцистеин, тиофенол, п-хлортиофенол, о-аминотиофенол, о-меркаптофенилуксусная кислота, п-нитротииофенол, 2-меркаптоэтансульфонат, N-диметилцистеамин, дипропилцистеамин, диэтилцистеамин, меркаптоэтилморфолин, метилтиогликолят, меркаптоэтиламин, N-триметилцистеин, 10 глутатион, меркаптоэтилпиперидин, диэтиламинопропантиол и их соли.

Полагают, что полирующие добавки увеличивают селективность оксид/нитрид.

В заявке на патент США US 2006/0124594 A1 описана суспензия ХМП на основе диоксида церия, имеющая вязкость, по меньшей мере, 1,5 сП, и содержащая агент, повышающий вязкость, включающий неионогенный полимер, такой как 15 полиэтиленгликоль (ПЭГ). Указывается, что суспензия ХМП на основе диоксида церия имеет высокую селективность оксид/нитрид и низкую неоднородность внутри пластины (НОВП).

В заявке на патент США US 2006/0207188 A1 описана суспензия ХМП на основе диоксида церия, содержащая продукт реакции полимера, такого как полиакриловая 20 кислота или поли(алкилметакрилат), и мономера, такого как акриламид, метакриламид, этил-метакриламид, винилпиридин или винилпирролидон. Полагают, что продукты реакции также повышают селективность оксид/нитрид.

Американская патентная заявка US 2006/0216935 A1 раскрывает суспензию ХМП на основе диоксида церия, содержащую протеин, лизин и/или аргинин, и соединения 25 пирролидона, такие как поливинилпирролидон (ПВП), N-октил-2-пирролидон, N-этил-2-пирролидон, N-гидроксиэтил-2-пирролидон, N-циклогексил-2-пирролидон, N-бутил-2-пирролидон, N-гексил-2-пирролидон, N-децил-2-пирролидон, N-октадецил-2-пирролидон и N-гексадецил-2-пирролидон. Суспензия ХМП на основе диоксида церия, кроме того, может содержать диспергирующие агенты, подобные полиакриловой 30 кислоте, гликолям и полигликолям. Конкретные примеры включают пролин, поливинилпирролидон или N-октил-2-пирролидон, блок-сополимеры ППО/ПЭО, и глутаровый альдегид. Полагают, что суспензия ХМП на основе диоксида церия щадяще удаляет диоксид кремния в канавках, тем самым позволяя проводить полирование, распространяющееся за пределы краев без значительного повышения минимальной 35 высоты ступени.

В американской патентной заявке US 2007/0077865 A1 описывается суспензия ХМП на основе диоксида церия, содержащая сополимеры полиэтиленоксидов/полипропиленоксида, предпочтительно из семейства Pluronic™, выпускаемого компанией BASF. Суспензия ХМП на основе диоксида церия, кроме того, может содержать 40 аминспирты, такие как 2-диметиламино-2-метил-1-пропанол (ДМАМП), 2-амино-2-этил-1-пропанол (АЭП), 2-(2-аминоэтиламино)этанол, 2-(изопропиламино)этанол, 2-(метиламино)этанол, 2-(диэтиламино)этанол, 2-(2-диметиламиноэтокси)этанол, 1,1'-[3-(диметиламино)пропил]имино]-бис-2-пропанол, 2-(2-бутиламино)этанол, 2-(трет-бутиламино)этанол, 2-(диизопропиламино)этанол и N-(3-аминопропил)морфолин. 45 Суспензия ХМП на основе диоксида церия, кроме того, может содержать соединения четвертичного аммония, подобные гидроксиду тетраметиламмония, пленкообразующие агенты, такие как алкиламины, алканоламины, гидроксиламины, эфиры фосфорной кислоты, лаурилсульфат натрия, жирные кислоты, полиакрилаты, полиметакрилаты,

поливинилфосфонаты, полималаты, полистиролсульфонат, поливинилсульфат, бензотриазол, триазол и бензоимидазол, и комплексообразующие агенты, такие как ацетилацетон, ацетаты, гликоляты, лактаты, глюконаты, галловая кислота, оксалаты, фталаты, цитраты, сукцинаты, тартаты, малаты, этилендиаминтетрауксусная кислота, этиленгликоль, пирокатехин, пирогаллол, дубильная кислота, соли фосфония и фосфоновые кислоты. Суспензия ХМП на основе диоксида церия, как полагают, обеспечивает хорошую селективность по отношению к оксиду кремния и/или нитриду кремния по сравнению с поликремнием.

Американская патентная заявка US 2007/0175104 A1 раскрывает суспензию ХМП на основе диоксида церия, содержащую поликремниевый ингибитор полировки, который выбран из растворимых в воде полимеров, имеющих N-монозамещенный или N,N-дизамещенный скелет, замещенный любыми членами, выбранными из группы, состоящей из акриламида, метакриламида и их альфа-замещенных производных; полиэтиленгликолей; поливинилпирролидонов; алкилоксилированных линейных алифатических спиртов и продуктов присоединения этиленоксида к ацетиленовым диолам. Суспензия ХМП на основе диоксида церия может содержать дополнительные растворимые в воде полимеры, такие как полисахариды, подобные альгиновой кислоте, пектиновой кислоте, карбоксиметилцеллюлозе, агар-агару, курдлану и пуллулану; многоосновные карбоновые кислоты, такие как полиаспарагиновая кислота, полиглутаминовая кислота, полилизин, полияблочная кислота, полиметакриловая кислота, полиимидная кислота, полималеиновая кислота, полиитаконовая кислота, полифумаровая кислота, поли(п-стиролкарбоновая кислота), полиакриловая кислота, полиакриламид, аминок-полиакриламид, полиглиоксиловая кислота и их соли; и виниловые полимеры, такие как поливиниловый спирт и полиакролеин. Указывается, что суспензия ХМП на основе диоксида церия имеет высокую селективность по отношению к оксиду кремния по сравнению с поликремнием.

В американской патентной заявке US 2007/0191244 A1 описывается суспензия ХМП на основе диоксида церия, содержащая соединение, имеющее среднемассовую молекулярную массу от 30 до 500 и содержащая гидроксильные группы и карбоксильную группу, либо обе, такие как цитраты, малаты, глюконаты, тартраты, 2-оксиизобутираты, адипинаты, октаноаты, сукцинаты, соединения, содержащие остатки ЭДТУ, глутараты, метиленсукцинаты, маннозу, глицеро-галакто-гептозу, эритро-манно-октозу, арабино-галакто-нонозу, и глутамин. Суспензия ХМП на основе диоксида церия, кроме того, может содержать линейные полимерные кислоты или полимерные кислоты привитого типа, имеющие боковые цепи алкоксиполиалкиленгликоля. Полагают, что суспензия ХМП на основе диоксида церия достигает улучшенной повсеместной плоскостности отполированных пластин.

В американской патентной заявке US 2007/0218811 A1 описывается суспензия ХМП на основе диоксида церия, имеющая pH от 4 до 7,5 и содержащая диспергирующий агент, многоосновную карбоновую кислоту, и от 100 до 1000 част./млн сильной кислоты, имеющей pKa ее первой диссоциирующей кислотной группы 3,2 или меньше. В качестве примеров, полимеры акриловой кислоты и метакриловой кислоты указываются в качестве анионных диспергирующих агентов, производные полиэтиленоксида указываются в качестве неионогенных диспергирующих агентов, и поливинилпирролидон указывается в качестве катионного диспергирующего агента. В частности, указываемые сильные кислоты представляют собой серную кислоту, HCl, азотную кислоту, фосфорную кислоту, щавелевую кислоту, малеиновую кислоту, пикриновую кислоту, сернистую кислоту, тиосернистую кислоту, амидосерную кислоту,

хлорноватую кислоту, хлорную кислоту, хлористую кислоту, йодистоводородную кислоту, йодную кислоту, йодноватую кислоту, бромистоводородную кислоту, бромную кислоту, хромовую кислоту, азотистую кислоту, дифосфоновую кислоту, триполифосфорную кислоту, фосфиновую кислоту, пиколиновую кислоту, фосфоновую кислоту, изоникотиновую кислоту, никотиновую кислоту, трихлоруксусную кислоту, дихлоруксусную кислоту, хлоруксусную кислоту, цианоуксусную кислоту, щавелевоуксусную кислоту, нитроуксусную кислоту, бромуксусную кислоту, фторуксусную кислоту, феноксиуксусную кислоту, о-бромбензойную кислоту, о-нитробензойную кислоту, о-хлорбензойную кислоту, п-аминобензойную кислоту, антраниловую кислоту, фталевую кислоту, фумаровую кислоту, малоновую кислоту, винную кислоту, лимонную кислоту, о-хлоранилин-, 2,2'-бипиридин-, 4,4'-бипиридин-, 2,6-пиридиндикарбоновую кислоту, пировиноградную кислоту, полистиролсульфокислоту, полисульфоновую кислоту, глутаминовую кислоту, салициловую кислоту, аспарагиновую кислоту, 2-аминоэтилфосфоновую кислоту, лизин, аргинин, изолейцин, саркозин, орнитин, гуанозин, цитруллин, тирозин, валин, гипоксантин, метионин, лизин и лейцин. Суспензия ХМП на основе диоксида церия должна приводить к эффективной работе с большой скоростью, более легкому управлению процессом и меньшему колебанию в толщине пленки вследствие разности в плотности рельефа.

В заявках на патенты США US 2008/0085602 A1 и US 2008/0124913 A1 описана суспензия ХМП на основе диоксида церия, содержащая от 0,001 до 0,1% мас. неионогенного поверхностно-активного вещества, выбранного из триблоксополимеров этиленоксид-пропиленоксид-этиленоксид, и полиакриловой кислоты в качестве диспергирующего агента. Указывается, что суспензия на основе диоксида церия имеет высокую селективность по отношению к диоксиду кремния и нитриду кремния по сравнению с поликремнием.

Изготовление электрических устройств, в частности полупроводниковых интегральных схем (ИС); требует процессов высокой точности, которые включают, среди прочего, ХМП с высокой селективностью.

Хотя суспензии ХМП на основе диоксида церия предшествующего уровня техники могут иметь удовлетворительную селективность оксид/нитрид и могут приводить к получению отполированных пластин, имеющих хорошую глобальную и локальную плоскостность, что иллюстрируется показателями неоднородности внутри пластины (НОВП) и неоднородностью одной пластины относительно другой (НОПП), все более уменьшающиеся размеры архитектур ИС, в частности БИС (больших интегральных схем) или СБИС (сверхбольших интегральных схем), делают необходимым постоянно улучшать суспензии ХМП на основе диоксида церия, чтобы отвечать все возрастающим техническим и экономическим требованиям изготовителей интегральных схем.

Однако эта растущая необходимость постоянно улучшать суспензии ХМП на основе диоксида церия предшествующего уровня техники относится не только к области интегральных схем, также должна быть улучшена эффективность полирования и планаризации в областях производства других электрических устройств, таких как жидкокристаллические панели, органические электролюминесцентные панели, печатные платы, микромеханизмы, ДНК-чипы, микроразводы, фотовольтаические ячейки и магнитные головки; а также высокоточных механических устройств и оптических устройств, в частности оптических стекол, таких как фотомаски, линзы и призмы, неорганические электропроводные пленки, такие как из оксида индия-олова (ИТО), оптические интегральные схемы, оптические переключатели, оптические волноводы,

оптические монокристаллы, такие как торцевые поверхности оптических волокон и сцинтилляторов, монокристаллы твердотельных лазеров, сапфировые субстраты для голубых лазерных светоиспускающих диодов, полупроводниковые монокристаллы и стеклянные субстраты для магнитных дисков. Производство таких электрических и оптических устройств также требует стадий ХМП высокой точности.

В заявке на европейский патент EP 1338636 A1 описана суспензия ХМП на основе диоксида церия, содержащая агент против отвердевания, выбранный из группы, включающей целлюлозу, кристаллическую целлюлозу, производные целлюлозы, диоксид кремния, альгинаты, конденсаты бета-нафталина сульфоната и формалина, гидрофосфат кальция, белки, полипептиды и органические высокомолекулярные флокулянты, и диспергирующий агент или поверхностно-активное вещество, такое как конденсированный фосфат, такой как пирофосфорная кислота, пирофосфат натрия, триполифосфат натрия или гексаметафосфат натрия. Тем не менее, раскрыта только полировка стекла.

В заявке на патент Японии JP 2005-336400 A описана суспензия ХМП на основе диоксида церия, содержащая растворимый в воде конденсированный фосфат, такой как пирофосфат, триполифосфат и соль гексаметафосфорной кислоты, и растворимый в воде карбонат или гидрокарбонат. Кроме того, суспензия ХМП на основе диоксида церия может содержать растворимый в воде органический растворитель, такой как метанол, этанол, 1-пропанол, 2-пропанол, 1-бутанол, 2-бутанол, этиленгликоль, пропиленгликоль и 1,2,3-пропантриол, кетоны, такие как ацетон и метилэтилкетон, тетрагидрофуран, N,N-диметилформамид, диметилсульфоксид и 1,4-диоксан. Указано, что суспензия ХМП на основе диоксида церия обеспечивает улучшенное полирование в отношении точности полировки, очистки, исходной скорости полировки и скорости полировки. Тем не менее, раскрыта только полировка стекла.

В заявке на патент Японии JP 2001-240850 A описана суспензия ХМП, содержащая оксид алюминия, оксида циркония или карбид кремния в качестве абразива, блок- или статистический сополимер алкиленоксида и этиленоксида в качестве диспергирующего агента, и фосфат натрия или полифосфат натрия в качестве «антиржавейного агента». Суспензию ХМП применяют для полирования кремниевых пластин, стекла, алюминия, керамики, синтетического диоксида кремния, кварца и сапфира.

Задачи изобретения

Следовательно, цель настоящего изобретения заключается в том, чтобы обеспечить новую водную полирующую композицию, в частности новую композицию для химико-механического полирования (ХМП), особенно новую суспензию ХМП на основе диоксида церия, которая не имеет недостатков или изъянов полирующих композиций известного уровня техники.

В частности, новая водная полирующая композиция, в частности новая композиция для химико-механического полирования (ХМП), особенно новая суспензия ХМП на основе диоксида церия, должна обладать значительно улучшенной селективностью оксид/поликремний и обеспечивать получение полированных пластин, имеющих превосходную глобальную и локальную плоскостность, что иллюстрируется, например, показателями неоднородности внутри пластины (НОВП) и неоднородности одной пластины относительно другой (НОПП). Следовательно, они должны превосходно подходить для производства архитектур ИС, в частности БИС (большие интегральные схемы) или СБИС (сверхбольшие интегральные схемы), имеющих структуры с размерами меньше 50 нм.

Более того, новая водная полирующая композиция, в частности, новая композиция

для химико-механического полирования (ХМП) и, особенно, новая суспензия ХМП на основе диоксида церия должны быть полезны не только в области устройств с интегральными схемами, но также должны быть полезны с наибольшей эффективностью и успехом в областях производства других электрических устройств, таких как жидкокристаллические панели, органические электролюминесцентные панели, печатные платы, микромеханизмы, ДНК-чипы, микроразводы и магнитные головки; а также в области механических устройств и оптических устройств высокой точности, в частности оптических стекол, таких как фотомаски, линзы и призмы, неорганических электропроводных пленок, таких как из оксида индия-олова (ИТО), оптических интегральных схем, оптических переключателей, оптических волноводов, оптических монокристаллов, такие как торцевые поверхности оптических волокон и сцинтилляторов, монокристаллов твердотельных лазеров, сапфировых субстратов для лазерных светоиспускающих диодов, работающих в голубой области видимого спектра, полупроводниковых монокристаллов и стеклянных субстратов для магнитных дисков.

Более конкретно, новые суспензии ХМП на основе диоксида церия должны также демонстрировать высокую селективность нитрид/поликремний и умеренную селективность оксид/нитрид.

Другой задачей данного изобретения является обеспечение нового способа полирования подложек для механических, электрических и оптических устройств, где материал указанной подложки содержит пленки диэлектрика оксида кремния и поликремния, а также необязательно содержит пленки нитрида кремния.

Сущность изобретения

Соответственно, была обнаружена новая водная полирующая композиция, где указанная водная полирующая композиция содержит

(А) по меньшей мере, один тип абразивных частиц, которые положительно заряжены при диспергировании в водной среде, свободной от компонента

(С) и имеющей рН в интервале от 3 до 9, что подтверждается электрофоретической подвижностью;

(В) по меньшей мере, один растворимый в воде или диспергируемый в воде полимер, выбранный из группы, состоящей из линейных или разветвленных гомополимеров и сополимеров алкиленоксидов; и

(С) по меньшей мере, один анионный фосфатный диспергирующий агент.

Далее в описании новая водная полирующая композиция именуется «композицией по изобретению».

Более того, был открыт новый способ полирования подложек для механических, электрических или оптических устройств путем контактирования материала подложки, по меньшей мере, один раз с композицией по изобретению, и полирования материала подложки до достижения желаемой плоскостности.

Далее в описании новый способ полирования материалов подложек для механических, электрических или оптических устройств именуется «способом по изобретению».

Преимущества изобретения

С точки зрения предшествующего уровня техники, было неожиданно и не могло ожидаться специалистом в данной области, что задачи настоящего изобретения могут быть решены композицией по изобретению и способом по изобретению.

Было особенно неожиданно, что композиция по изобретению продемонстрировала значительно улучшенную селективность оксид/поликремний и обеспечила получение отполированных пластин, имеющих превосходную глобальную и локальную плоскостность, что иллюстрируется, например, показателями неоднородности внутри

пластины (НОВП) и неоднородности одной пластины относительно другой (НОПП). Следовательно, они превосходно подходят для производства архитектур ИС, в частности БИС (большие интегральные схемы) или СБИС (сверхбольшие интегральные схемы), имеющих фрагменты с размерами меньше 50 нм.

5 Кроме того, композиция в соответствии с данным изобретением остается стабильной во время длительной транспортировки и хранения, где стабильность значительно улучшает логистику и управление процессом.

Более того, композиция по изобретению не только исключительно полезна в области устройств с интегральными схемами, но также была полезна с наибольшей
10 эффективностью и успехом в областях производства других электрических устройств, таких как жидкокристаллические панели, органические электролюминесцентные панели, печатные платы, микромеханизмы, ДНК-чипы, микроразводы и магнитные головки; а также в области механических устройств и оптических устройств высокой точности, в частности оптических стекол, таких как фотомаски, линзы и призмы, неорганических
15 электропроводных пленок, таких как из оксида индия-олова (ИТО), оптических интегральных схем, оптических переключателей, оптических волноводов, оптических монокристаллов, таких как торцевые поверхности оптических волокон и сцинтилляторов, монокристаллов твердотельных лазеров, сапфировых субстратов для лазерных светоиспускающих диодов, работающих в голубой области видимого спектра,
20 полупроводниковых монокристаллов и стеклянных субстратов для магнитных дисков.

Более конкретно, композиция по изобретению также демонстрировала высокую селективность нитрид/поликремний в сочетании с умеренной селективностью оксид/нитрид.

Поэтому композиция в соответствии с данным изобретением наиболее
25 предпочтительно применяется для способа в соответствии с данным изобретением. Способ в соответствии с данным изобретением может наиболее предпочтительно применяться для полирования, особенно химико-механического полирования, материалов подложек для электрических устройств, таких как жидкокристаллические панели, органические электролюминесцентные панели, печатные платы,
30 микромеханизмы, ДНК-чипы, микроразводы и магнитные головки; а также механических устройств и оптических устройств высокой точности, в частности оптических стекол, таких как фотомаски, линзы и призмы, неорганических электропроводных пленок, таких как из оксида индия-олова (ИТО), оптических интегральных схем, оптических переключателей, оптических волноводов, оптических монокристаллов, таких как
35 торцевые поверхности оптических волокон и сцинтилляторов, монокристаллов твердотельных лазеров, сапфировых субстратов для лазерных светоиспускающих диодов, работающих в голубой области видимого спектра, полупроводниковых монокристаллов и стеклянных субстратов для магнитных дисков.

Более конкретно, однако, способ в соответствии с данным изобретением превосходно
40 подошел для полирования полупроводниковых пластин, содержащих пленки диэлектрика оксида кремния и поликремния и необязательно содержащих пленки нитрида кремния. Способ в соответствии с данным изобретением обеспечивает получение полированных пластин, имеющих превосходную глобальную и локальную плоскостность, что иллюстрируется, например, показателями неоднородности внутри
45 пластины (НОВП) и неоднородности одной пластины относительно другой (НОПП). Поэтому они превосходно подходят для производства архитектур ИС, в частности БИС (большие интегральные схемы) или СБИС (сверхбольшие интегральные схемы), имеющих структуры с размерами меньше 50 нм.

Подробное описание изобретения

Композиция по изобретению представляет собой водную композицию. Это означает, что она содержит воду, в частности сверхчистую воду, в качестве основного растворителя и диспергирующего агента. Тем не менее, композиция по изобретению может содержать, по меньшей мере, один смешиваемый с водой органический растворитель, однако в таких незначительных количествах, которые не меняют водную природу композиции по изобретению.

Предпочтительно, композиция по изобретению содержит воду в количестве от 60 до 99,95% мас., более предпочтительно от 70 до 99,9% мас., еще более предпочтительно от 80 до 99,9% мас. и наиболее предпочтительно от 90 до 99,9% мас., причем массовые проценты представляют собой проценты в пересчете на полную массу композиции по изобретению.

«Растворимый в воде» означает, что соответствующий компонент или ингредиент композиции по изобретению может быть растворен в водной фазе на молекулярном уровне.

«Диспергируемый в воде» означает, что соответствующий компонент или ингредиент композиции по изобретению может быть диспергирован в водной фазе и формировать стабильную эмульсию или суспензию.

Первым основным ингредиентом композиции по изобретению является, по меньшей мере, один, предпочтительно один, тип абразивных частиц (А).

Абразивные частицы (А) положительно заряжены при диспергировании в водной среде, которая является свободной от анионного фосфатного диспергирующего агента (С), который описан здесь далее, и имеет рН в интервале от 3 до 9. Положительный заряд подтверждается электрофоретической подвижностью μ (мкм/с)·(В/см) абразивных частиц (А). Электрофоретическая подвижность μ может быть непосредственно измерена с помощью приборов, таких как Zetasizer Nano от Malvern, Ltd.

Средний размер абразивных частиц (А) может варьироваться в широких интервалах и, следовательно, может быть наиболее выгодным образом приведен в соответствие с конкретными требованиями данной композиции и способа по изобретению.

Предпочтительно, средний размер частиц, определенный с помощью динамического рассеяния лазерного излучения, находится в диапазоне от 1 до 2000 нм, предпочтительно 1-1000 нм, более предпочтительно 1-750, и наиболее предпочтительно 1-500 нм.

Распределение абразивных частиц (А) по размеру может быть мономодальным, бимодальным или мультимодальным. Предпочтительно, распределение частиц по размеру является мономодальным, чтобы получить легко воспроизводимый профиль свойств абразивных частиц (А) и легко воспроизводимые условия в ходе способа по изобретению.

Кроме того, распределение абразивных частиц (А) по размеру может быть узким или широким. Предпочтительно, распределение частиц по размеру является узким, лишь с малым количеством маленьких частиц и больших частиц, чтобы получить легко воспроизводимый профиль свойств абразивных частиц (А) и легко воспроизводимые условия в ходе способа по изобретению.

Абразивные частицы (А) могут иметь различные формы. Следовательно, они могут быть одного или по существу одного типа формы. Тем не менее, также возможно, что абразивные частицы (А) имеют разные формы. В частности, два типа абразивных частиц (А), различающихся по форме, могут присутствовать в данной композиции по изобретению. Что касается самих форм, они могут представлять собой кубы, кубы с закругленными ребрами, октаэдры, икосаэдры, гранулы и сферы с или без выступов

или впадин. Наиболее предпочтительно, форма является сферической в отсутствие или только с очень малым количеством выступов или впадин. Эта форма, как правило, является предпочтительной, потому что обычно она увеличивает устойчивость механическим воздействиям, которым подвергаются абразивные частицы (А) во время

5 процесса ХМП.

В принципе, любой тип абразивных частиц (А) может применяться в композиции по изобретению, если они обладают описанным выше профилем свойств. Следовательно, абразивные частицы (А) могут быть органическими или неорганическими частицами или органически-неорганические гибридные частицы. Предпочтительно, абразивные

10 частицы (А) являются неорганическими частицами.

В принципе, любой тип неорганических абразивных частиц (А) может применяться в композиции по изобретению, если эти частицы позволяют получить описанный выше профиль свойств. Однако наиболее предпочтительно, применяют неорганические абразивные частицы (А), содержащие или состоящие из диоксида церия.

15 Абразивные частицы (А), которые содержат диоксид церия, могут содержать незначительные количества других оксидов редкоземельных металлов.

Предпочтительно, абразивные частицы (А), которые содержат диоксид церия, являются композитными частицами (А), содержащими ядро, которое содержит или состоит из, по меньшей мере, одного другого абразивного материала из твердых частиц,

20 который отличается от диоксида церия, в частности оксид алюминия, диоксид кремния, диоксид титана, диоксид циркония, оксид цинка и их смеси.

Такие композитные частицы (А) известны, например, из международной патентной заявки WO 2005/035688 A1, из американских патентов US 6,110,396, US 6,238,469 B1, US 6,645,265 B1, из публикации K.S. Choi et al., Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol.671, 2001

25 Materials Research Society, M5.8.1 - M5.8.10, из публикации S.-H. Lee et al., J. Mater. Res., Vol.17, No.10, (2002), pages 2744-2749, из публикации A. Jindal et al., Journal of the Electrochemical Society, 150 (5) G314-G318 (2003), из публикации Z. Lu, Journal of Materials Research, Vol.18, No.10, October 2003, Materials Research Society, или публикации S. Hedge et al., Electrochemical and Solid-State Letters, 7 (12) G316-G318 (2004).

30 Наиболее предпочтительно, композитные частицы (А) представляют собой покрытые частицы типа малина, содержащие ядро, выбранное из группы, состоящей из оксида алюминия, диоксида кремния, диоксида титана, диоксида циркония, оксида цинка и их смесей, с размером ядра от 20 до 100 нм, где это ядро покрыто частицами диоксида церия, имеющими размер частиц меньше 10 нм.

35 Количество абразивных частиц (А), используемое в композиции по изобретению, может варьироваться в широких пределах и, следовательно, может быть наиболее выгодным образом приведено в соответствие с конкретными требованиями данной композиции и способа по изобретению. Предпочтительно, композиция по изобретению содержит 0,005-10% мас., более предпочтительно 0,01-8% мас., и наиболее

40 предпочтительно 0,01-6% мас. абразивных частиц (А), где массовые проценты указаны в пересчете на полный вес композиции по изобретению.

Вторым основным ингредиентом композиции по изобретению является, по меньшей мере, один, предпочтительно один, растворимый в воде полимер (В), выбранный из группы, состоящей из линейных и разветвленных гомополимеров и сополимеров

45 алкиленоксидов, предпочтительно этиленоксида и пропиленоксида.

Предпочтительные сополимеры этиленоксид-пропиленоксид (В) могут быть статистическими сополимерами, чередующимися сополимерами или блоксополимерами, содержащими блоки полиэтиленоксида и блоки полипропиленоксида.

Предпочтительно, в блоксополимерах этиленоксид-пропиленоксид, блоки полиэтиленоксида имеют гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ) от 10 до 15. Блоки полипропиленоксида могут иметь значения ГЛБ от 28 до около 32.

Растворимые в воде полимеры (В) представляют собой обычные и известные коммерчески доступные вещества. Подходящие растворимые в воде полимеры (В) описаны в заявке на патент Японии JP 2001-240850 А, пункт 2 в сочетании с абзацами [0007]-[0014], в американской патентной заявке US 2007/0077865 А1, колонка стр.1, абзац [0008] - стр.2, абзац [0010], в американской патентной заявке US 2006/0124594 А1, стр.3, абзацы [0036] и [0037], и в американской патентной заявке US 2008/0124913 А1, стр.3, абзацы [0031]-[0033] в сочетании с пунктом 14, или они имеются в продаже под торговыми марками Pluronic™, Tetronic™ и Basensol™ от BASF Corporation и BASF SE, как показано в брошюре компании BASF Corporation «Pluronic™ & Tetronic™ Block Copolymer Surfactants, 1996» или в американском патенте US 2006/0213780 А1.

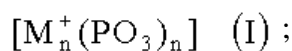
Наиболее предпочтительно применяют полиэтиленгликоль (ПЭГ).

Концентрация растворимого в воде полимера (В) в композиции по изобретению может варьироваться в широких пределах и, поэтому, может быть наиболее выгодным образом приведена в соответствие с конкретными требованиями данной композиции и способа по изобретению. Предпочтительно, композиция по изобретению содержит растворимый в воде полимер (В) в количествах от около 0,001 до 5% мас., более предпочтительно от 0,005 до 2,5% мас., еще более предпочтительно от 0,0075 до 1% мас., и наиболее предпочтительно от 0,0075 до 0,5% мас..

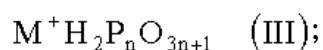
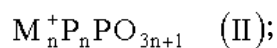
Композиция по изобретению содержит, по меньшей мере, один, предпочтительно один, анионный фосфатный диспергирующий агент (С).

Предпочтительно, анионный фосфатный диспергирующий агент (С) выбирают из группы, включающей растворимые в воде конденсированные фосфаты.

Примерами растворимых в воде конденсированных фосфатов (С) являются соли, в частности аммониевые, натриевые и калиевые соли, метафосфатов общей формулы I:



и полифосфатов общей формулы II и



где М является аммонием, натрием и калием, и индекс n равен от 2 до 10000. Для полифосфатов формул I, II и III, индекс n предпочтительно равен от 2 до 2000, более предпочтительно от 2 до 300, наиболее предпочтительно от 2 до 50, особенно от 2 до 15, например от 3 до 8.

Примеры особенно подходящих растворимых в воде конденсированных фосфатов (С) включают соль Грэма (NaPO₃)₄₀₋₅₀, Calgon™ (NaPO₃)₁₅₋₂₀, соль Курроля (NaPO₃)_n где n = около 5000, и гексаметафосфат аммония, натрия и калия.

Концентрация растворимого в воде анионного фосфатного диспергирующего агента (С) в композиции по изобретению может варьироваться в широких пределах и, поэтому, может быть наиболее выгодным образом приведена в соответствие с конкретными требованиями данной композиции и способа по изобретению. Предпочтительно, анионные фосфатные диспергирующие агенты (С) применяют в количествах, так что массовое отношение диоксида церия к анионному фосфатному диспергирующему агенту (С) составляет от 10 до 2000 и, более предпочтительно, от 20 до 1000.

Композиция по изобретению может необязательно содержать, по меньшей мере,

один функциональный компонент (D), который отличается от ингредиентов или компонентов (A), (B) и (C).

Предпочтительно, функциональный компонент (D) выбирают из группы соединений, обычно применяемых в суспензии ХМП на основе диоксида церия. Примеры таких соединений (D) описаны в начале и описаны, например, Y.N. Prasad et al. в статье в Electrochemical and Solid-State Letters, 9 (12) G337-G339 (2006), Hyun-Goo Kang et al. в Journal of Material Research, volume 22, No.3, 2007, pages 777 to 787, S. Kim et al. в Journal of Colloid and Interface Science, 319 (2008), pages 48 to 52, S.V. Babu et al. в Electrochemical and Solid-State Letters, 7 (12) G327-G330 (2004), Jae-Dong Lee et al. в Journal of Electrochemical Society, 149 (8) G477-G481, 2002, в американских патентах US 5,738,800, US 6,042,741, US 6,132,637, US 6,218,305 B, US 5,759,917, US 6,689,692 B1, US 6,984,588 B2, US 6,299,659 B1, US 6,626,968 B2, US 6,436,835 B1, US 6,491,843 B1, US 6,544,892 B2, US 6,627,107 B2, US 6,616,514 B1 и US 7,071,105 B2, в американских патентных заявках US 2002/0034875 A1, US 2006/0144824 A1, US 2006/0207188 A1, US 2006/0216935 A1, US 2007/0077865 A1, US 2007/0175104 A1, US 2007/0191244 A1 и US 2007/0218811 A1, и в японской патентной заявке JP 2005-336400 A.

Более того, функциональный компонент (D) выбирают из группы, состоящей из органических, неорганических и гибридных органически-неорганических абразивных частиц, которые отличаются от частиц (A), материалов, имеющих нижнюю критическую температуру растворения (НКТР) или верхнюю критическую температуру растворения (ВКТР), окисляющих агентов, пассивирующих агентов, агентов для обращения заряда, органических многоатомных спиртов, имеющих, по меньшей мере, 3 гидроксигруппы, которые являются не диссоциируемыми в водной среде, олигомеров и полимеров, образованных из, по меньшей мере, одного мономера, содержащего, по меньшей мере, 3 гидроксигруппы, которые являются не диссоциируемыми в водной среде, комплексообразующих или хелатообразующих агентов, агентов, повышающих истирание, стабилизирующих агентов, агентов, регулирующих текучесть, поверхностно-активных веществ, катионов металлов и органических растворителей.

Подходящие органические абразивные частицы (D) и их эффективные количества известны, например, из американской патентной заявки US 2008/0254628 A1, стр.4, абзац [0054], или из международной патентной заявки WO 2005/014753 A1, где описаны твердые частицы, состоящие из меламина и производных меламина, таких как ацетогуанамин, бензогуанамин и дициандиамид.

Подходящие неорганические абразивные частицы (D) и их эффективные количества известны, например, из международной патентной заявки WO 2005/014753 A1, стр.12, строки 1-8 или из американского патента US 6,068,787, колонка 6, строка 41 - колонка 7, строка 65.

Подходящие гибридные органически-неорганические абразивные частицы (D) и их эффективные количества известны, например, из американских патентных заявок US 2008/0254628 A1, стр.4, абзац [0054] или US 2009/0013609 A1, стр.3, абзац [0047] - стр.6, абзац [0087].

Подходящие окисляющие агенты (D) и их эффективные количества известны, например, из европейской патентной заявки EP 1036836 A1, стр.8, абзацы [0074] и [0075] или из американских патентов US 6,068,787, колонка 4, строка 40 - колонка 7, строка 45, или US 7,300,601 B2, колонка 4, строки 18-34. Предпочтительно, применяют органические и неорганические пероксиды, более предпочтительно неорганические пероксиды. В частности, применяют пероксид водорода.

Подходящие пассивирующие агенты (D) и их эффективные количества известны,

например, из патента US 7,300,601 B2, колонка 3, строка 59 - колонка 4, строка 9 или из американской заявки US 2008/0254628 A1, абзац [0058], связывающий страницы 4 и 5.

Подходящие комплексообразующие и хелатообразующие агенты (D), которые иногда также именуется агентами, повышающими истирание (см. американская патентная заявка US 2008/0254628 A1, стр.5, абзац [0061]) или агенты для травления или травильные средства (см. американскую патентную заявку US 2008/0254628 A1, стр.4, абзац [0054]), и их эффективные количества известны, например, из патента США US 7,300,601 B2, колонка 4, строки 35-48. Наиболее предпочтительно используются аминокислоты, в частности, глицин, и, кроме того, дициандиамида и триазины, содержащие, по меньшей мере, одну, предпочтительно две, и более предпочтительно три, первичных аминогруппы, такие как меламина и водорастворимые гуанамины, в частности меламина, формогуанамина, ацетогуанамина и 2,4-диамино-6-этил-1,3,5-триазин.

Подходящие стабилизирующие агенты (D) и их эффективные количества известны, например, из патента США US 6,068,787, колонка 8, строки 4-56.

Подходящие агенты, регулирующие текучесть, (D) и их эффективные количества известны, например, из американской патентной заявки US 2008/0254628 A1, стр.5, абзац [0065] - стр.6, абзац [0069].

Подходящие поверхностно-активные вещества (D) и их эффективные количества известны, например, из международной патентной заявки WO 2005/014753 A1, стр.8, строка 23 - стр.10, строка 17 или из американского патента US 7,300,601 B2, колонка 5, строка 4 - колонка 6, строка 8.

Подходящие поливалентные ионы металлов (D) и их эффективные количества известны, например, из европейской патентной заявки EP 1 036 836 A1, стр.8, абзац [0076] - стр.9, абзац [0078].

Подходящие органические растворители (D) и их эффективные количества известны, например, из патента США US 7,361,603 B2, колонка 7, строки 32-48 или американской патентной заявки US 2008/0254628 A1, стр.5, абзац [0059].

Подходящие материалы (D), демонстрирующие нижнюю критическую температуру растворения (НКТР) или верхнюю критическую температуру растворения (ВКТР), описаны, например, в статье H. Mori, H. Iwaya, A. Nagai and T. Endo, Controlled synthesis of thermoresponsive polymers derived from L-proline via RAFT polymerization, in Chemical Communication, 2005, 4872-4874; или в статье D. Schmaljohann, Thermo- and pH-responsive polymers and drug delivery, Advanced Drug Delivery Reviews, volume 58 (2006), 1655-1670 или в заявке на патенты США US 2002/0198328 A1, US 2004/0209095 A1, US 2004/0217009 A1, US 2006/0141254 A1, US 2007/0029198 A1, US 2007/0289875 A1, US 2008/0249210 A1, US 2008/0050435 A1 или US 2009/0013609 A1, американских патентах US 5,057,560, US 5,788,82 и US 6,682,642 B2, международных патентных заявках WO 01/60926 A1, WO2004/029160 A1, WO 2004/0521946 A1, WO 2006/093242 A2 или WO 2007/012763 A1, в европейских патентных заявках EP 0583814 A1, EP 1197587 B1 и EP 1942179 A1, или в немецкой патентной заявке DE 2610705.

В принципе, могут применяться любые агенты для обращения заряда (D), обычно применяемые в области ХМП. Предпочтительно, агент для обращения заряда (D) выбирают из группы, состоящей из мономерных, олигомерных и полимерных соединений, содержащих, по меньшей мере, одну анионную группу, выбранную из группы, состоящей из карбоксилатных, сульфидных, сульфатных и фосфонатных групп.

Если присутствует, функциональный компонент (D) может содержаться в различных

количествах. Предпочтительно, общее количество (D) составляет более 10% мас. («% мас.» означает «массовый процент»), более предпочтительно не более 2% мас., наиболее предпочтительно не более 0,5% мас., особенно не более 0,1% мас., например не более 0,01% мас., в пересчете на полный вес соответствующей композиции ХМП.

- 5 Предпочтительно, общее количество (D) составляет, по меньшей мере, 0,0001% мас., более предпочтительно, по меньшей мере, 0,001% мас., наиболее предпочтительно, по меньшей мере, 0,008% мас., особенно, по меньшей мере, 0,05% мас., например, по меньшей мере, 0,3% мас., в пересчете на полный вес соответствующей композиции.

- 10 Композиция по изобретению может необязательно содержать, по меньшей мере, один агент, регулирующий pH, или буферный агент (E), который существенно отличается от ингредиентов (A), (B) и (C).

- Подходящие агенты, регулирующие pH, или буферные агенты (E) и их эффективные количества известны, например, из европейской патентной заявки EP 1036836 A1, стр.8, абзацы [0080], [0085] и [0086], международной патентной заявки WO 2005/014753 A1, 15 стр.12, строки 19-24, американской патентной заявки US 2008/0254628 A1, стр.6, абзац [0073] или американского патента US 7,300,601 B2, колонка 5, строки 33-63. Примеры агентов, регулирующих pH, или буферных агентов (E) представляют собой гидроксид калия, гидроксид аммония, гидроксид тетраметиламмония (ТМАГ), азотную кислоту и серную кислоту.

- 20 Если присутствует, агент, регулирующий pH, или буферный агент (E) может содержаться в различных количествах. Предпочтительно, общее количество (E) составляет не более 20% мас., более предпочтительно не более 7% мас., наиболее предпочтительно не более 2% мас., особенно не более 0,5% мас., например не более 0,1% мас., в пересчете на полный вес соответствующей композиции ХМП.

- 25 Предпочтительно, общее количество (E) составляет, по меньшей мере, 0,001% мас., более предпочтительно, по меньшей мере, 0,01% мас., наиболее предпочтительно, по меньшей мере, 0,05% мас., особенно, по меньшей мере, 0,1% мас., например, по меньшей мере, 0,5% мас., в пересчете на полный вес соответствующей композиции.

- Предпочтительно, pH композиции по изобретению составляет между 3 и 10, более 30 предпочтительно между 3 и 8, еще более предпочтительно между 3 и 7, и наиболее предпочтительно между 5 и 7, предпочтительно с применением указанных выше агентов, регулирующих pH, (E).

- Получение композиции по изобретению не имеет каких-либо особенностей и может проводиться путем растворения или диспергирования описанных выше ингредиентов 35 (A), (B) и (C) и, необязательно, (D) и/или (E), в водной среде, в частности в деионизированной воде. С этой целью применяют обычные и стандартные способы смешивания и аппараты для смешивания, такие как сосуды с мешалкой, встроенные аппараты для растворения, импеллеры с высоким сдвигом, ультразвуковые смесители, гомогенизирующие форсунки или противоточные смесители. Предпочтительно, 40 композиция по изобретению, полученная таким образом, может фильтроваться через фильтры с требуемым размером ячеек, чтобы удалить частицы грубого помола, такие как агломераты или агрегаты твердых, мелкодисперсных абразивных частиц (A).

Композиции по изобретению превосходно подходят для способа, соответствующего данному изобретению.

- 45 В способе по изобретению материал подложки для электрических, механических и оптических устройств, в частности электрических устройств, наиболее предпочтительно устройств с интегральными схемами, по меньшей мере один раз приводят в контакт с композицией по изобретению и полируют, в частности химически и механически

полируют до достижения желаемой плоскостности.

Способ по изобретению демонстрирует особенные преимущества в ХМП кремниевых полупроводниковых пластин, имеющих изолирующие слои, состоящие из материалов на основе оксида кремния с низкой или ультранизкой диэлектрической проницаемостью, и поликремниевые слои, и при этом необязательно содержащие слои нитрида кремния.

Подходящие материалы с низкой или ультранизкой диэлектрической проницаемостью и подходящие способы получения изолирующих диэлектрических слоев описаны, например, в американских патентных заявках US 2005/0176259 A1, стр.2, абзацы [0025]-[0027], US 2005/0014667 A1, стр.1, абзац [0003], US 2005/0266683 A1, стр.1, абзац [0003] и стр.2, абзац [0024], или US 2008/0280452 A1, абзацы [0024]-[0026] или в американском патенте US 7,250,391 B2, колонка 1, строки 49-54 или в европейской патентной заявке EP 1306415 A2, стр.4, абзац [0031].

Способ по изобретению особенно подходит для узкощелевой изоляции (УЩИ), которая требует селективного удаления диоксида кремния по сравнению с поликремнием на структурированной подложке пластины. В этом способе вытравленные канавки переполняются диэлектрическим материалом, например диоксидом кремния, который полируют с применением защитной пленки нитрида кремния в качестве тормозящего слоя. В этом предпочтительном варианте способ по изобретению заканчивается очищением диоксида углерода с защитной пленки при минимизации удаления обнаженного поликремния и оксида кремния в углублениях.

Более того, способ по изобретению также особенно хорошо подходит для узкощелевой изоляции (УЩИ), где также присутствует слой нитрида кремния, так как композиция по изобретению демонстрирует высокую селективность оксид/поликремний в сочетании с умеренной селективностью оксид/нитрид.

Таким образом, способ по изобретению демонстрирует селективность оксид/поликремний более 50, предпочтительно более 75, и наиболее предпочтительно более 100, и селективность нитрид/поликремний - более 10, предпочтительно более 20, и наиболее предпочтительно более 25.

Селективность оксид/нитрид предпочтительно составляет в интервале от 3 до 10.

Селективность нитрид/поликремний предпочтительно составляет >10.

Способ по изобретению не имеет особенностей, а может проводиться с использованием процессов и оборудования, которые обычно применяются для ХМП в производстве полупроводниковых пластин с ИС.

Как известно в уровне техники, типичное оборудование для ХМП состоит из вращающейся платформы, которая покрыта полировальником (полировальной подушкой). Пластина установлена на носителе или держателе, где ее верхняя сторона расположена вниз, лицом к полировальнику. Носитель удерживает пластину в горизонтальном положении. Такой конкретный порядок расположения полирующего и удерживающего устройств также известен как конструкция с зафиксированной платформой. Носитель может держать подушку носителя, которая находится между удерживающей поверхностью носителя и поверхностью пластины, которая неотполирована. Эта подушка может работать в качестве смягчающей подкладки для пластины.

Под носителем также обычно находится платформа (тарелка) большего диаметра в горизонтальном положении, которая представляет поверхность, параллельную поверхности пластины, которую будут полировать. Ее полировальник контактирует с поверхностью пластины в ходе процесса планаризации. В ходе процесса ХМП по изобретению композиция по изобретению наносится на полировальник в виде

непрерывного потока или по каплям.

Как носителю, так и опорной платформе придается вращение вокруг их соответствующих осей, которые проходят перпендикулярно носителю и платформе.

Вращающийся вал носителя может оставаться зафиксированным в положении относительно вращающейся платформы или может испытывать горизонтальные колебания по отношению к платформе. Направление вращения носителя обычно, хотя необязательно, является таким же, как направление вращения платформы. Скорости вращения носителя и платформы обычно, хотя необязательно, установлены на разные значения.

Обычно температура платформы установлена на температуры между 10 и 70°C.

Более подробно методика описана в международной патентной заявке WO 2004/063301 A1, в частности на стр.16, абзац [0036] - стр.18, абзац [0040], в сочетании с фигурой 1.

С помощью способа по изобретению могут быть получены полупроводниковые пластины с ИС, содержащие структурированные поликремниевые слои и слои материала с низкой и ультранизкой диэлектрической проницаемостью, в частности слои диоксида кремния, имеющие превосходную плоскостность. Следовательно, могут быть получены структуры, изготовленные с использованием дамасской медной технологии, которые также имеют превосходную плоскостность и, в готовой ИС, превосходные электрические свойства.

Примеры сравнительных экспериментов

Пример 1

Получение водных полирующих композиций 1-6

Для получения водных полирующих композиций 1-6 диоксид церия (средний размер частиц d_{50} составляет 120-140 нм, определенный с помощью динамического рассеяния лазерного излучения), полиэтиленгликоль (PEG_{10k}; среднемассовая молекулярная масса: 10000), гексаметафосфат натрия (PP; массовое отношение диоксида церия к PP=200, далее обозначается как PP₂₀₀) диспергируют или растворяют в сверхчистой воде.

Используемые количества приведены в таблице 1.

Таблица 1				
Составы водных полирующих композиций 1-6				
№ композиции	Диоксид церия/% мас.	(PEG _{10k} /% мас.	PP ₂₀₀	pH
1 (для сравнения)	0,5	-	-	5,5
2 (для сравнения)	0,5	0,01	-	5,5
3 (для сравнения)	0,5	0,1	-	5,5
4 (для сравнения)	0,5	-	+	6,7
5 (по изобретению)	0,5	0,01	+	6,7
6 (по изобретению)	0,5	0,1	+	6,7

Примеры 2 и 3 и сравнительные примеры C1-C4

ХМП поликремниевых слоев на кремниевых полупроводниковых пластинах

Композицию №5 из примера 1 использовали для примера 2. Композицию №6 из примера 1 использовали для примера 3.

Композиции 1-4 из примера 1 использовали для сравнительных экспериментов C1-C4, соответственно.

Используют следующие параметры процесса ХМП:

- Полировальная машина: Strasbaugh 6EGnHance (роторного типа);
- скорость вращения опорной платформы: 90 об/мин;
- скорость вращения носителя: 70 об/мин;

- полировальник IC 1000/Suba 400 K-groove производства Rohm & Haas;
 - придание требуемых характеристик полировальнику - in situ с применением алмазного чистящего диска S60 компании 3M;

- скорость потока суспензии: 200 мл/мин;

- субстраты: 200 мм-вых пластин со слоями термически образованного оксида, ПЕТЕОС, нитрида кремния и поликремния;

- усилие прижатия: 3,5 фунтов/кв. дюйм (240 мбар);

- время полировки: 1 минута.

Скорость удаления поликремниевого материала (MRR) измеряют посредством лазерной интерферометрии (FilmTek™ 2000) в одном месте в центре поликремниевой пластины (позиция 1) и в 4 местах, расположенных вокруг места 1 на одинаковом расстоянии около краев пластины (позиции 2-5).

Позиции, в которых получены более высокие MRR, далее именуются «горячими точками».

В таблице 2 дан обзор полученных MRR.

Таблица 2								
Скорости удаления поликремниевого материала MRR возникновение горячих точек								
Пример Сравнительный эксперимент №	MRR ^a Позиция 1 (Å/мин)	MRR ^a Позиция 2 (Å/мин)	MRR Позиция 3 (Å/мин)	MRR Позиция 4 (Å/мин)	MRR Позиция 5 (Å/мин)	Позиция горячих точек	Интервал Å	Средняя MRR (Å/мин)
C1	519	539	525	524	535	-	20	528
C2	238	73	72	75	61	1	177	104
C3	41	47	210	45	52	3	169	79
C4	44	66	62	76	64	-	32	62
2	20	21	18	19	21	-	3	20
3	18	16	17	18	19	-	3	18

Результаты из таблицы 2 свидетельствуют о том, что MRR поликремния была очень высокой, когда композиция содержала только диоксид церия.

Добавление PEG_{10k} снизило среднюю MRR. Однако наблюдалось неоднородное удаление поликремния, что подтверждалось возникновением горячих точек.

Повышенная концентрация PEG_{10k} приводит к снижению указанного интервала и скорости MRR. Добавление PP₂₀₀ также вызвало снижение скорости MRR, которое может быть остановлено путем синергетического эффекта PEG_{10k} и PP₂₀₀.

Кроме того, количество частиц, абсорбированных на пластинах, было значительно ниже в случае экспериментов 2 и 3 по сравнению со сравнительными примерами.

Примеры 4 и 5

Селективность водных полирующих композиций, содержащих PP₂₀₀ и PEG_{10k}

Для примера 4 использовали водную полирующую композицию 5 из примера 1.

Для примера 5 использовали полирующую композицию, содержащую 0,25% мас. диоксида церия, 0,05% мас. PEG_{10k} и PP₂₀₀.

Скорости MRR пластин со слоями термически образованного оксида (ТОХ), ПЕТЕОС, нитрида кремния и поликремния определяли, как описано. Полученные MRR представлены в таблице 3.

Таблица 3				
Скорости MRR пластин со слоями термически образованного оксида (ТОХ), ПЕТЕОС, нитрида кремния (SiN) и поликремния (PSi)				
Пример №	MRR ТОХ (Å/мин)	MRR ПЕТЕОС (Å/мин)	MRR нитрида кремния (Å/мин)	MRR поликремния (Å/мин)
4	2471	3017	599	15

5	2074	3029	552	18
---	------	------	-----	----

Рассчитанные селективности представлены в таблице 4.

Таблица 4 Селективности оксид/поликремний (PSi), оксид/нитрид (SiN) и нитрид/поликремний (SiN:PSi)					
Пример №	Селективность TOX/PSi	Селективность PETEOS/PSi	Селективность TOX/SiN	Селективность PETEOS/SiN	Селективность SiN:PSi
4	171	201	4,12	5	40
5	115	168	3,75	5,5	31

Результаты демонстрируют, что водные полирующие композиции превосходно подошли для ХМП полупроводниковых пластин, содержащих слои диоксида кремния, нитрида кремния и поликремния. Таким образом, селективность оксид/поликремний была очень высокой, в то время как селективность оксид/нитрид находилась в предпочтительном интервале, что позволило избежать впадин и других повреждений и дефектов на глобально планаризованных, гетерогенных, структурированных поверхностях, содержащих области диоксида кремния, нитрида кремния и поликремния. Кроме того, селективность нитрид/поликремний составила намного более 10.

Пластины изучали на предмет нежелательного остаточного пленкообразования после ХМП. Однако нежелательные остаточные пленки не образовывались.

Примеры 6-9

Селективность водных полирующих композиций, содержащих 0,5% мас. диоксида церия, 0,1% мас. PEG_{10k} и различные количества PP

Влияние соотношения диоксида церия к PP на скорости MRR пластин со слоями термически образованного оксида (TOX), PETEOS, нитрида кремния и поликремния определяли, как описано. Полученные MRR представлены в таблице 3.

Таблица 5 Влияние соотношения диоксида церия к PP на скорости MRR пластин со слоями термически образованного оксида (TOX), PETEOS, нитрида кремния (SiN) и поликремния (PSi)					
Пример №	Соотношение диоксида церия к PP	MRR TOX (Å/мин)	MRR PETEOS (Å/мин)	MRR SiN (Å/мин)	MRR PSi (Å/мин)
6	400	3170	4241	627	55
7	200	2471	3051	599	20
8	100	1986	2445	549	18
9	50	1633	1643	403	17

Рассчитанные селективности представлены в таблице 6.

Таблица 6 Селективности оксид/поликремний (PSi), оксид/нитрид (SiN) и нитрид/поликремний (SiN:PSi)					
Пример №	Селективность TOO/PSi	Селективность PETEOS/PSi	Селективность TOO/SiN	Селективность PETEOS/SiN	Селективность SiN:PSi
6	57,6	77,1	5	6,7	11,3
7	123,5	152,5	4,1	5,1	29,9
8	110	135,8	3,6	4,4	30,5
9	96	96,6	4	4	23,7

Результаты показывают, что скорости MRR и селективности смогли корректироваться наиболее предпочтительным образом путем изменения соотношения диоксида церия к PP. Удалось получить исключительно высокую селективность оксид/поликремний и нитрид/поликремний, а селективности оксид/нитрид остались в предпочтительном интервале, что позволило избежать впадин и других повреждений и дефектов на глобально планаризованных, гетерогенных, структурированных поверхностях, содержащих области диоксида кремния, нитрида кремния и поликремния.

Формула изобретения

1. Водная полирующая композиция, содержащая

(А) по меньшей мере один тип абразивных частиц, содержащих или состоящих из диоксида церия, которые положительно заряжены при диспергировании в водной среде, свободной от компонента (С) и имеющей рН в интервале от 3 до 9, что подтверждается электрофоретической подвижностью;

(В) по меньшей мере один растворимый в воде полимер, выбранный из группы, состоящей из линейных и разветвленных гомополимеров и сополимеров алкиленоксидов;

и

(С) по меньшей мере один анионный фосфатный диспергирующий агент, где композиция содержит растворимый в воде полимер (В) в количествах от 0,001 до 5 мас. %.

2. Водная полирующая композиция по п.1, отличающаяся тем, что абразивные частицы (А) состоят из диоксида церия.

3. Водная полирующая композиция по п.1, отличающаяся тем, что она содержит, в пересчете на полную массу указанной полирующей композиции, от 0,005 до 10 мас. % абразивных частиц (А).

4. Водная полирующая композиция по п.1, отличающаяся тем, что линейные и разветвленные гомополимеры и сополимеры алкиленоксидов (В) выбирают из группы, состоящей из гомополимеров и сополимеров этиленоксида и пропиленоксида.

5. Водная полирующая композиция по п.4, отличающаяся тем, что она содержит полиэтиленгликоль ПЭГ в качестве гомополимера этиленоксида (В).

6. Водная полирующая композиция по п.1, отличающаяся тем, что анионный фосфатный диспергирующий агент (С) выбирают из группы растворимых в воде конденсированных фосфатов.

7. Водная полирующая композиция по п.6, отличающаяся тем, что растворимый в воде конденсированный фосфат (С) выбирают из группы, состоящей из метафосфатов общей формулы I:



и полифосфатов общей формулы II и III:



где М является аммонием, натрием и калием, и индекс n равен от 2 до 10000.

8. Водная полирующая композиция по п.1, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит по меньшей мере один агент, регулирующий рН, или буферный агент (Е), отличный от компонентов (А), (В) и (С).

9. Водная полирующая композиция по любому из пп.1-8, отличающаяся тем, что величина рН составляет от 3 до 10.

10. Способ полирования подложек для электрических, механических и оптических устройств путем контактирования подложки по меньшей мере один раз с водной полирующей композицией и полирования подложки до получения желаемой плоскостности, отличающийся тем, что применяют водную полирующую композицию, определенную в любом из пп.1-9.

11. Способ по п.10, отличающийся тем, что подложки содержат по меньшей мере один слой, содержащий или состоящий из по меньшей мере одного диэлектрического материала, представляющего собой оксид кремния, и по меньшей мере один слой,

содержащий или состоящий из поликремния, и селективность оксид/поликремний составляет более 50.

12. Способ по п.11, отличающийся тем, что материал подложки дополнительно содержит по меньшей мере один слой, содержащий или состоящий из нитрида кремния, и селективность оксид/нитрид находится в интервале от 3 до 6.

13. Способ по любому из пп.10-12, отличающийся тем, что электрические устройства представляют собой устройства с интегральными схемами.

10

15

20

25

30

35

40

45