(19) **RU** (11) **2 189 083** (13) **C2**

(51) МПК[7] **G 11 C 29/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 98111190/09, 04.11.1996

(24) Дата начала действия патента: 04.11.1996

(30) Приоритет: 10.11.1995 DE 19542029.2

(43) Дата публикации заявки: 10.05.2000

(46) Дата публикации: 10.09.2002

(56) Ссылки: EP 0480752 A1, 15.04.1992. RU 2001452 C1, 15.10.1993. EP 0228283 A1, 08.07.1987. EP 0146975 A1, 03.07.1985. EP 0451595 A1, 16.10.1991. US 4720818 A, 19.01.1988. RU 2002318 C1, 30.10.1993.

(85) Дата перевода заявки PCT на национальную фазу: 10.06.1998

(86) Заявка PCT:
DE 96/02099 (04.11.1996)

(87) Публикация PCT:
WO 97/17704 (15.05.1997)

(98) Адрес для переписки:
129010, Москва, ул. Большая Спасская 25, стр.3, ООО "Юридическая фирма Городисский и Партнеры", Ю.Д.Кузнецову, рег.№ 595

(71) Заявитель:
СИМЕНС АКЦИЕНГЕЗЕЛЛЬШАФТ (DE)

(72) Изобретатель: СЕДЛАК Хольгер (DE), ФИМАНН Ханс-Хайнрих (DE)

(73) Патентообладатель:
СИМЕНС АКЦИЕНГЕЗЕЛЛЬШАФТ (DE)

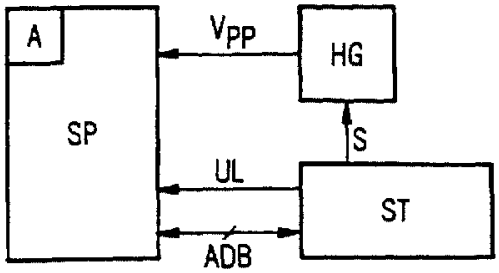
(74) Патентный поверенный:
Кузнецов Юрий Дмитриевич

RU 2189083 C2

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕОБХОДИМОГО ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ/СТИРАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИ СТИРАЕМОГО ПРОГРАММИРУЕМОГО ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ПОСТОЯННОГО ЗАПОМИНАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

(57)

Изобретение относится к средствам для программирования/стирания электрически стираемых программируемых полупроводниковых постоянных запоминающих устройств. Техническим результатом является возможность индивидуально для каждого программируемого постоянного запоминающего устройства определять напряжение, необходимое для его стирания или программирования, и запоминать его в самом накопителе в предусмотренной там области A. Устройство содержит блок управления, генератор напряжения, шины адресов и данных. Способ описывает работу указанного устройства. 3 с. и 2 з.п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 1

RU 2189083 C2

(19) **RU** (11) **2 189 083** (13) **C2**

(51) Int. Cl.[7] **G 11 C 29/00**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 98111190/09, 04.11.1996

(24) Effective date for property rights: 04.11.1996

(30) Priority: 10.11.1995 DE 19542029.2

(43) Application published: 10.05.2000

(46) Date of publication: 10.09.2002

(85) Commencement of national phase: 10.06.1998

(86) PCT application:
DE 96/02099 (04.11.1996)

(87) PCT publication:
WO 97/17704 (15.05.1997)

(98) Mail address:
129010, Moskva, ul. Bol'shaja Spasskaja 25, str.3, OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery", Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595

(71) Applicant:
SIMENS AKTsIENGEZELL'ShAFT (DE)

(72) Inventor: SEDLAK Khol'ger (DE), FIMANN Khans-Khajnrikh (DE)

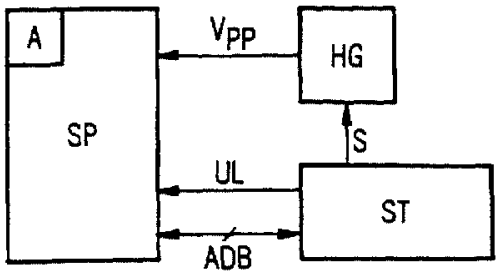
(73) Proprietor:
SIMENS AKTsIENGEZELL'ShAFT (DE)

(74) Representative:
Kuznetsov Jurij Dmitrievich

(54) METHOD AND DEVICE FOR AUTOMATIC EVALUATION OF REQUIRED HIGH VOLTAGE FOR PROGRAMMING/ERASING ELECTRICALLY ERASABLE PROGRAMMABLE SEMICONDUCTOR READ-ONLY MEMORY

(57) Abstract:

FIELD: computer engineering. SUBSTANCE: device designed to evaluate high voltage required by each individual programmable read-only memory for erasing or programming it and for memorizing it in assigned area A of storage device has control unit, voltage generator, address and data buses. Method describes operation of this device. EFFECT: facilitated evaluation of required high-voltage value. 5 cl, 4 dwg



Фиг. 1

RU 2189083 C2

RU 2189083 C2

В случае МОП-полевых транзисторов по обе стороны от расположенного изолированно над подложкой электрода затвора в подложке имеются области, которые обозначаются как области истока и стока. Путем приложения напряжения между электродом затвора и подложкой, например, в полевом транзисторе с обогащением канала или работающего в режиме обогащения, носители заряда из подложки скапливаются под электродом затвора. За счет приложения напряжения между областью стока и областью истока в эту обогащенную область из области истока инжектируются дальнейшие носители заряда так, что под электродом затвора между областью истока и стока образуется проводящий канал, проводимость которого может управляться за счет напряжения на электроде затвора.

Конечно для образования проводящего канала между электродом затвора и подложкой должно прикладываться напряжение, которое имеет определенное, зависящее от технологии, минимальное значение, обозначаемое как запускающее или пороговое напряжение.

Электрически стираемые постоянные запоминающие ячейки электрически стираемого программируемого полупроводникового постоянного запоминающего устройства или запоминающего устройства "быстрого" типа выполнены в принципе как МОП-полевые транзисторы, однако, имеют между своим электродом затвора, который здесь обозначается как управляющий электрод, и подложкой другой электрод, который полностью окружен не-проводящим материалом, то есть полностью изолирован, и обозначается как плавающий затвор. За счет нанесения заряда на этот плавающий затвор запускающее напряжение образующего запоминающую ячейку транзистора может сдвигаться.

Нанесение зарядов на плавающий затвор обозначается как программирование и удаление зарядов как стирание запоминающей ячейки. Обычно за счет программирования обуславливается то, что запускающее напряжение сдвигается в сторону меньших значений так, что транзистор, образующий ячейку, в большинстве случаев проводит также без приложения напряжения к управляющему электроду.

Для установления того, является ли ячейка программированной или нет, то есть записана ли она логической "1" или логическим "0", к управляющему электроду прикладывают так называемое напряжение считывания, которое лежит примерно между запускающими напряжениями программированной и стертой ячейки. В зависимости от того, может ли ток течь через ячейку, можно устанавливать ее логическое состояние.

Программирование или стирание ячейки электрически стираемого программируемого полупроводникового постоянного запоминающего устройства или запоминающего устройства быстрого" типа происходит за счет туннельного тока, текущего от подложки к плавающему затвору или, соответственно, наоборот. Для этого к носителям заряда должно подводиться достаточно энергии, что происходит путем приложения высокого напряжения, в настоящее время обычно порядка 15 В, между плавающим затвором и подложкой, так что там появляется очень высокая напряженность поля.

В случае n-канального транзистора для программирования на плавающий затвор наносят положительные носители заряда, что при применении сегодня обычно положительного высокого напряжения означает, что оно должно прикладываться к области стока, в то время как к управляющему электроду прикладывают 0 В. Соответственно тогда для стирания ячейки к управляющему электроду прикладывают высокое напряжение, а к области стока прикладывают 0 В, чтобы снова удалить носители заряда с плавающего затвора.

В принципе является необходимым определенное минимальное высокое напряжение, чтобы запустить туннельный ток. Степень программирования или стирания, однако, зависит еще от действительной высоты высокого напряжения и от продолжительности времени, в течение которого оно приложено. Принципиальный ход характеристики запускающего напряжения Uth и тем самым состояния заряда плавающего затвора от высоты высокого напряжения Vpp представлено на фигуре 4 сплошными линиями. Можно видеть, что при увеличении высокого напряжения при стирании запускающее напряжение ячейки растет, в то время как при программировании оно падает. Кривые проходят в случае идеальной ячейки симметрично друг к другу, так что запускающее напряжение в точке пересечения обеих кривых выбирают в качестве напряжения считывания UL, так как тогда существует одинаковое расстояние относительно обоих запускающих напряжений и таким образом также одинаковый запас помехоустойчивости.

Для выбора высоты высокого напряжения существует, с одной стороны, желание иметь по возможности большой запас помехоустойчивости и, кроме того все ячейки должны быть однозначно программированными или стертыми, что означает большое напряжение, с другой стороны, затраты на генератор высокого напряжения, который обычно образован генератором накачки заряда, должны по возможности удерживаться малыми, что означает, что напряжение должно по возможности поддерживаться малым. Таким образом для высокого напряжения обычно выбирают значение, которое как раз еще допускает однозначное программирование или стирание.

Вследствие технологически обусловленных допусков изготовления, однако, от пластины к пластине, на одной пластине от кристалла к кристаллу и на одном кристалле от ячейки к ячейке могут появляться различия в прохождении кривых, которые показывают зависимость запускающего напряжения Uth от высокого напряжения Vpp при программировании и стирании, что может приводить к дефектным запоминающим устройствам. На фигуре 4 штриховыми линиями показаны другие кривые программирования и стирания, которые могут появиться вследствие таких

RU 2189083 C2

RU 2189083 C2

колебаний. Как можно видеть, в случае ячейки со штрихованно представленным ходом кривых при данном напряжении считывания UL и высоком напряжении, как оно было определено из кривых, представленных сплошными линиями, в качестве выгодных, не происходил бы никакой детектируемый процесс стирания.

WO 95/07536 раскрывает способ для установления программирующего напряжения на выводе стока запоминающей ячейки "быстрого" стираемого программируемого полупроводникового постоянного запоминающего устройства, а также запоминающее устройство со средствами для такого установления так, что пороговые напряжения всех запоминающих ячеек одной строки находятся внутри одного окна, если это не возможно, то выдается сообщение об ошибке.

Задачей настоящего изобретения является указание способа и устройства, посредством которых в электрически стираемом и программируемом полупроводниковом постоянном запоминающем устройстве является возможным однозначное программирование и однозначное стирание и в основном независимая от технологически обусловленных колебаний зависимость запускающего напряжения от высокого напряжения.

Поставленная задача решается тем, что в способе определения напряжения Vpp, необходимого для программирования или стирания запоминающих ячеек в программируемом и стираемом полупроводниковом постоянном запоминающем устройстве, заключающемся в том, что прикладывают напряжение Vpp к управляющему затвору каждой из запоминающих ячеек, подлежащих стиранию, или к выводу стока каждой из запоминающих ячеек, подлежащих программированию, считывают указанные запоминающие ячейки заданным напряжением считывания UL, если результат считывания показал, что все запоминающие ячейки стерты или запрограммированы, энергонезависимо запоминают напряжение Vpp, если результат считывания показал, что, по меньшей мере, одна запоминающая ячейка не стерта или не запрограммирована, то повышают напряжение Vpp на заданную величину $\triangle$V и повторяют все операции сначала, причем указанные операции повторяют до тех пор, пока все запоминающие ячейки не будут стерты или запрограммированы.

Предпочтительно, чтобы в способе согласно изобретению перед каждым программированием или стиранием запоминающих ячеек установленным напряжением полупроводниковое постоянное запоминающее устройство стирают или программируют максимально высоким напряжением.

Поставленная задача решается также тем, что в способе определения напряжения Vpp, необходимого для программирования или стирания запоминающих ячеек в программируемом полупроводниковом постоянном запоминающем устройстве, заключающемся в том, что прикладывают напряжение Vpp к управляющему затвору каждой из запоминающих ячеек, подлежащих стиранию, или к выводу стока каждой из запоминающих ячеек, подлежащих программированию, устанавливают заданное напряжение считывания UL, считывают указанные запоминающие ячейки заданным напряжением считывания UL, если результат первого считывания показал, что все запоминающие ячейки стерты или запрограммированы, повышают или понижают напряжение считывания на заданную величину $\triangle$U, снова считывают запоминающие ячейки повышенным или пониженным напряжением считывания, если результат последующего считывания показал, что, по меньшей мере, одна запоминающая ячейка не стерта или не запрограммирована, понижают заданное напряжение Vpp на величину ($\triangle$U)*(количество проходов петли) и запоминают пониженное напряжение Vpp, если результат последующего считывания показал, что все ячейки стерты или запрограммированы, повторяют операции с повышения или понижения напряжения считывания на заданную величину $\triangle$U, причем операции повторяют до тех пор, пока результат последнего считывания не покажет, что, по меньшей мере, одна запоминающая ячейка не стерта или не запрограммирована, если же результат первого считывания показал, что, по меньшей мере, одна запоминающая ячейка не стерта или не запрограммирована, уменьшают или повышают напряжение считывания на заданную величину U, снова считывают запоминающие ячейки пониженным или повышенным напряжением считывания, если результат последующего считывания показал, что все ячейки стерты или запрограммированы, повышают заданное напряжение Vpp на величину ($\triangle$U)*(количество проходов петли +1) и запоминают повышенное напряжение Vpp, если же результат последующего считывания показал, что, по меньшей мере, одна ячейка не стерта или не запрограммирована, то повторяют операции с уменьшения или повышения напряжения считывания на заданную величину $\triangle$U, причем операции повторяют до тех пор, пока результат последнего считывания не покажет, что, все запоминающие ячейки стерты или запрограммированы.

Предпочтительно, чтобы в способе согласно изобретению перед запоминанием напряжения Vpp его повышают на жестко заданное значение для повышения надежности.

Поставленная задача решается также тем, что устройство для автоматического определения напряжения Vpp, необходимого для программирования или стирания запоминающих ячеек в программируемом и стираемом полупроводниковом постоянном запоминающем устройстве, содержит блок управления, соединенный с полупроводниковым постоянным запоминающим устройством шиной адресов и данных и линией для загрузки полупроводникового постоянного запоминающего устройства напряжением считывания, генератор напряжения, который загружается управляющим сигналом от блока управления, причем постоянное полупроводниковое запоминающее

RU 2189083 C2

RU 2189083 C2

устройство загружается от генератора напряжения устанавливаемым напряжением Vpp и имеет область A, в которую записывается или из которой считывается установленное напряжение, необходимое для программирования или стирания запоминающих ячеек.

За счет соответствующих изобретению способа и устройства для осуществления способа для каждого накопителя последовательно определяют выгодное для него высокое напряжение и откладывают в программируемом полупроводниковом постоянном запоминающем устройстве энергонезависимо, то есть с сохранением записанной информации при отключении питания, чтобы иметь возможность его считывания и применения блоком управления для всех процессов программирования и стирания.

Можно предусмотреть определение и запоминание высокого напряжения только при самом первом включении запоминающего устройства, однако, возможно также выполнить блок управления таким образом, что этот процесс происходит при каждом включении. В определенных случаях, например в очень сильно меняющихся условиях, может быть предпочтительным производить определение выгодного высокого напряжения через равномерные промежутки.

При этом последовательное определение означает, что подлежащее приложению к программируемому полупроводниковому постоянному запоминающему устройству для программирования или стирания высокое напряжение изменяют ступенчато между минимальным и максимальным значением и результат программирования или, соответственно, стирания проверяют неизменным заданным напряжением считывания, или что программирование или стирание проверяют при заданном высоком напряжении, которое также лежит между минимальным и максимальным значением, предпочтительным образом образуя среднее арифметическое значение этих обоих значений, и с различными напряжениями считывания.

В качестве минимального значения высокого напряжения предпочтительно принимается значение, которое равно или больше значения, которое является физически необходимым, чтобы вызвать туннельный эффект так, что не должны предприниматься отнимающие много времени попытки программирования и стирания, которые уже принципиально не могут вести к успеху. Максимальное значение ограничивается схемнотехническими затратами на генератор накачки заряда для создания высокого напряжения.

Напряжение считывания в первом случае, где оно остается постоянным, может иметь то же самое значение, как при каждом "нормальном" считывании из программируемого полупроводникового постоянного запоминающего устройства во время режима работы в соответствии с предписаниями. Оно может, однако, предпочтительным образом устанавливаться более критично, то есть ближе к установленному за счет процесса программирования или стирания запускающему напряжению, чтобы таким образом можно было более точно детектировать дефектные ячейки.

В способе согласно пункту 1 формулы изобретения для определения необходимого высокого напряжения в случае необходимости приходится мириться с многими процессами стирания или, соответственно, программирования, причем здесь предпочтительным относительно результата определения образом перед каждым процессом стирания или, соответственно, программирования с установленным блоком управления высоким напряжением можно производить процесс программирования или, соответственно стирания с максимальным высоким напряжением. Это требует, однако, незначительных затрат времени.

Способ согласно пункту 3 формулы изобретения является значительно более быстрым, так как здесь производят только один процесс программирования или, соответственно стирания, в то время как следуют многие процессы считывания, которые, однако, в принципе протекают существенно быстрее.

В форме дальнейшего развития изобретения определенное необходимое высокое напряжение можно повышать на жестко заданное значение, чтобы гарантировать действительно надежный процесс программирования и стирания.

Изобретение поясняется более подробно на примерах выполнения с помощью чертежей. При этом на фигурах показано:

фигура 1 - принципиальная схема соответствующего изобретению устройства,

фигура 2 - временная диаграмма первого соответствующего изобретению способа,

фигура 3 - временная диаграмма второго соответствующего изобретению способа,

фигура 4 - кривые, которые представляют зависимости запускающего напряжения от высокого напряжения при стирании или, соответственно, программировании энергонезависимой запоминающей ячейки.

Фиг. 1 показывает электрически программируемое и стираемое полупроводниковое постоянное запоминающее устройство (ЗУ) SP, которое может управляться блоком управления St через шину ADB адресов и данных. Через другую линию указанное ЗУ SP может нагружаться от блока управления ST напряжением считывания UL. Для программирования или стирания данных в указанном ЗУ SP необходимо высокое напряжение Vpp, которое генерируется устанавливаемым генератором высокого напряжения HG и прикладывается к указанному ЗУ SP. Генератор высокого напряжения HG управляется от блока управления ST сигналом S. Сигнал S, который может быть как аналоговым, так и цифровым, определяет значение высокого напряжения Vpp.

Для надежного программирования или стирания запоминающих ячеек указанного ЗУ SP необходимо определенное значение высокого напряжения Vpp. Однако это значение вследствие технологически обусловленных колебаний характеристик запоминающих ячеек от полупроводникового кристалла (микросхемы) к полупродниковому

RU 2189083 C2

RU 2189083 C2

кристаллу и тем самым от запоминающего устройства к запоминающему устройству может быть различным. Генератор высокого напряжения HG хотя и мог бы устанавливаться таким образом, что он поставляет максимальное высокое напряжение так, что все указанные ЗУ SP могут надежно программироваться и стираться, однако в большинстве полупроводниковых кристаллов, на которых реализованы указанные ЗУ SP, это привело бы к ненужно высокому потреблению мощности, так как многие из указанных ЗУ ей SP могли бы эксплуатироваться с меньшим высоким напряжением Vpp.

За счет соответствующего изобретению способа поэтому для каждого указанного ЗУ индивидуально определяется самое благоприятное значение высокого напряжения Vpp, то есть значение, при котором является возможным надежное программирование и стирание указанного ЗУ SP, и запоминается в указанном ЗУ SP в области A, так что оно может запрашиваться там блоком управления ST для каждого дальнейшего процесса программирования и стирания.

Блок управления ST хотя и может в принципе быть выполнен с жестким монтажом, чтобы производить еще подлежащий описанию соответствующий изобретению способ, однако, предпочтительным образом он образован микропроцессором с соответствующим запоминающим устройством программ.

В первом соответствующем изобретению способе блок управления ST посредством сигнала S устанавливает регулируемый генератор высокого напряжения HG так, что он прикладывает первое значение высокого напряжения Vpp к указанному ЗУ SP. Для программирования запоминающих ячеек указанного ЗУ SP высокое напряжение Vpp прикладывается к выводам стока запоминающих ячеек, в то время как вывод управляющего затвора нагружается напряжением 0 В, в то время как для стирания запоминающих ячеек к выводу управляющего затвора запоминающих ячеек прикладывается высокое напряжение Vpp, а вывод стока нагружается напряжением 0 В. Первое значение высокого напряжения Vpp должно быть в этом примере минимальным значением и затем последовательно повышаться. Однако точно также возможно начинать с максимального значения высокого напряжения Vpp и затем последовательно уменьшать это значение. Высокое напряжение Vpp при этом в принципе так долго прикладывается к запоминающим ячейкам, что при подходящей величине высокого напряжения Vpp достигается надежное программирование или, соответственно, стирание.

После этого первого процесса стирания или, соответственно, программирования ячейки считывают блоком управления ST обычным в нормальном случае эксплуатации напряжением считывания UL. В принципе можно, однако, выбирать также более критичное напряжение считывания, то есть напряжение считывания, которое лежит ближе к запускающим напряжениям программированных или, соответственно стертых запоминающих ячеек.

Считанные значения затем могут сравниваться с записанными ранее, то есть в случае логической "1" программированными или, соответственно в случае логического "0" стертыми значениями. Если сравнение дает, что считанные значения совпадают с подлежащими записи желаемыми значениями, то первое значение высокого напряжения Vpp запоминают в области указанного ЗУ SP, чтобы иметь возможность опрашивания блоком управления ST для всех дальнейших процессов программирования и стирания.

Перед запоминанием первое значение высокого напряжения Vpp можно повышать на величину надежности.

Если сравнение считанных с подлежащими записи желаемыми значениями является отрицательным, то значение высокого напряжения Vpp повышают на определенную величину с управлением блоком управления ST посредством сигнала S до второго значения и программируют или, соответственно стирают им запоминающие ячейки указанного ЗУ SP.

В заключение считанные значения снова сравнивают с подлежащими записи желаемыми значениями и при положительном сравнении в указанном ЗУ SP запоминают теперь второе значение высокого напряжения Vpp, вероятно повышенное на величину надежности.

Если сравнение снова протекает отрицательно, то высокое напряжение Vpp снова повышают на некоторую величину. Этот способ продолжают так долго, пока все ячейки не будут распознаны как стертые или запрограммированные или пока высокое напряжение Vpp больше не может повышаться и указанное ЗУ SP тем самым будет признан дефектным.

В предпочтительной форме развития этого способа перед каждым повышением высокого напряжения Vpp в случае стирания указанного ЗУ SP можно производить программирование всех ячеек максимальным высоким напряжением и таким же образом при программировании указанного ЗУ SP производить стирание всех ячеек максимальным высоким напряжением. За счет этого обеспечивается, что перед каждым приложением нового значения высокого напряжения Vpp господствуют те же самые условия.

Протекание первого соответствующего изобретению способа представлено в виде временной диаграммы на фигуре 2. Факультативные операции способа, которые касаются, однако, предпочтительных форм развития, снабжены при этом представленной штриховой линией рамкой.

На фигуре 3 таким же образом представлена временная диаграмма дальнейшего соответствующего изобретению способа. Также и здесь высокое напряжение Vpp вначале прикладывают к управляющему затвору для стирания или, соответственно, к выводу стока для программирования запоминающих ячеек указанного ЗУ SP. Значение высокого напряжения Vpp в этом случае, однако, жестко задано и вычисляется предпочтительным образом как среднее арифметическое значение минимально и максимально устанавливаемых значений генератора высокого напряжения HG.

RU 2189083 C2

RU 2189083 C2

Наконец, блоком управления ST устанавливают заданное напряжение считывания UL и затем считывают ячейки посредством этого напряжения считывания.

В последующем тесте проверяют, являются ли ячейки при этом заданном напряжении считывания стертыми или, соответственно запрограммированными.

В основе этого способа лежит знание того, что вопрос надежного программирования или, соответственно стирания электрически программируемой и стираемой ячейки постоянного запоминающего устройства при данном высоком напряжении Vpp, которое должно быть по меньшей мере таким большим, чтобы заряды вообще попадали на плавающий затвор запоминающей ячейки, зависит также от положения напряжения считывания UL. Это пояснено на фигуре 4. Идеальное прохождение кривых, которые показывают зависимость запускающего напряжения Uth запоминающей ячейки при стирании или, соответственно, программировании от высокого напряжения Vpp представлено сплошной линией. Обе кривые имеют по величине ту же крутизну и идеальное напряжение считывания UL получается из точки пересечения обеих кривых. При данном значении VP высокого напряжения Vpp из фигуры 4 может быть считано расстояние запускающих напряжений Uth от напряжения считывания UL.

Штриховыми линиями на фигуре 4 представлено вызванное технологически обусловленными колебаниями не идеальное положение кривых. Как можно видеть, хотя при идеальном до сих пор напряжении считывания UL программированная ячейка была бы распознана, однако стертая ячейка была бы также детектирована как программированная. Если бы запоминающая ячейка с характеристикой, представленной штриховой линией, считывалась бы напряжением считывания UL порядка 0 В, то она была бы надежно распознана как стертая или, соответственно, как программированная.

Вследствие этого знания в форме дальнейшего развития соответствующего изобретению следующего способа напряжение считывания UL повышают на величину $\triangle U$ или, соответственно, уменьшают, в зависимости от того, производилось ли стирание или программирование. После этого снова проверяют, все ли ячейки являются стертыми или, соответственно, программированными. Если это не имеет места, заданное высокое напряжение Vpp при первом заданном "нормальном" напряжении считывания UL уже имело правильное значение и это значение, возможно после повышения на величину надежности, запоминают в программируемом полупроводниковом постоянном запоминающем устройстве SP.

Если, однако, все ячейки были снова распознаны как стертые или, соответственно, программированные, напряжение считывания UL еще раз повышают на величину $\triangle U$ или, соответственно, уменьшают, (в зависимости от того, производилось ли стирание или программирование) и еще раз считывают значение ячеек и сравнивают с подлежащим записи желаемым значением.

Если теперь оказывается, что не все ячейки являются стертыми или, соответственно, программированными, заданное высокое напряжение уменьшают на величину $\triangle U$, на которую было увеличено или, соответственно, уменьшено напряжение считывания UL, и это значение, возможно повышенное на величину надежности, запоминают в указанном ЗУ SP.

Напряжение считывания UL столько раз повышают или, соответственно, уменьшают на величину $\triangle U$, пока тест покажет, что по меньшей мере одна запоминающая ячейка не была стерта или программирована. Тогда заданное высокое напряжение уменьшают на значение, которое соответствует произведению величины $\triangle U$ и количества полных проходов петли.

В случае, что при самом первом тесте по меньшей мере одна ячейка была распознана как не стертая или, соответственно не программированная, напряжение считывания уменьшают или, соответственно, повышают на величину $\triangle U$, в зависимости от того, производилось ли стирание или программирование. Напряжение считывания UL таким образом изменяют в другом направлении. После этого производят, возможно после нескольких проходов петли, испытание и последовательное уменьшение или, соответственно, повышение напряжения считывания UL на величину $\triangle U$, пока все ячейки будут распознаны как стертые или, соответственно, программированные. Затем повышают заданное высокое напряжение на значение, которое соответствует произведению из величины $\triangle U$ и количества проходов петли +1 и это значение (вероятно после повышения на величину надежности) запоминают опять-таки в области A указанного ЗУ SP.

В соответствующих изобретению способах для стирания и программирования в указанном ЗУ SP могут запоминаться различные значения высокого напряжения. Разумеется, что можно выбирать также только одно значение, а именно большее из двух.

За счет соответствующих изобретению способов является возможным для каждого электрически стираемого и программируемого полупроводникового постоянного запоминающего устройства SP индивидуально определять необходимое ему для стирания или программирования высокое напряжение Vpp и запоминать в самом указанном ЗУ SP в предусмотренной там области A. Оттуда это пределенное высокое напряжение Vpp может запрашиваться для каждого последующего процесса стирания или, соответственно, программирования.

Соответствующие изобретению способы протекают автоматически по меньшей мере при первом вводе указанного ЗУ SP в эксплуатацию.

Формула изобретения:

1. Способ определения напряжения (Vpp), необходимого для программирования или стирания запоминающих ячеек в программируемом и стираемом полупроводниковом постоянном запоминающем устройстве (Sp), заключающийся в том, что прикладывают напряжение (Vpp) к управляющему затвору каждой из запоминающих ячеек, подлежащих стиранию, или к выводу стока каждой из

RU 2189083 C2

RU 2189083 C2

запоминающих ячеек, подлежащих программированию, считывают указанные запоминающие ячейки заданным напряжением считывания (UL), если результат считывания показал, что все запоминающие ячейки стерты или запрограммированы, энергонезависимо запоминают напряжение (Vpp), если результат считывания показал, что, по меньшей мере, одна запоминающая ячейка не стерта или не запрограммирована, то повышают напряжение (Vpp) на заданную величину ($\triangle$V) и повторяют все операции сначала, причем указанные операции повторяют до тех пор, пока все запоминающие ячейки не будут стерты или запрограммированы.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что перед каждым программированием или стиранием запоминающих ячеек установленным напряжением полупроводниковое постоянное запоминающее устройство стирают или программируют максимально высоким напряжением.

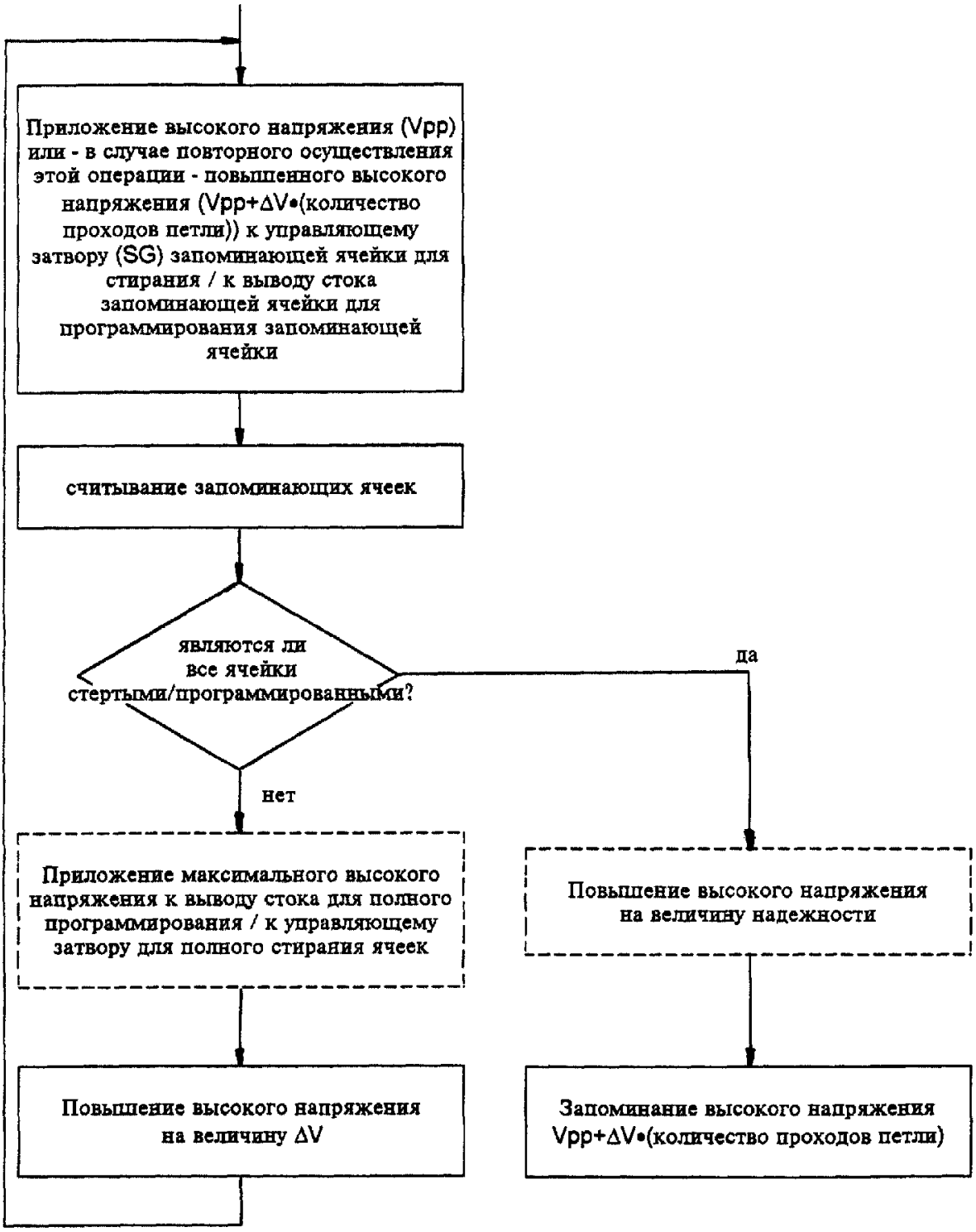
3. Способ определения напряжения (Vpp), необходимого для программирования или стирания запоминающих ячеек в программируемом и стираемом полупроводниковом постоянном запоминающем устройстве (Sp), заключающийся в том, что прикладывают напряжение (Vpp) к управляющему затвору каждой из запоминающих ячеек, подлежащих стиранию, или к выводу стока каждой из запоминающих ячеек, подлежащих программированию, устанавливают заданное напряжение считывания (UL), считывают указанные запоминающие ячейки заданным напряжением считывания (UL), если результат первого считывания показал, что все запоминающие ячейки стерты или запрограммированы, повышают или понижают напряжение считывания на заданную величину ($\triangle$U), снова считывают запоминающие ячейки повышенным или пониженным напряжением считывания, если результат последующего считывания показал, что, по меньшей мере, одна запоминающая ячейка не стерта или не запрограммирована, понижают заданное напряжение (Vpp) на величину ($\triangle$U) * (количество проходов петли) и запоминают пониженное напряжение (Vpp), если результат последующего считывания показал, что все ячейки стерты или запрограммированы, повторяют операции с повышения или понижения напряжения считывания на заданную величину ($\triangle$U), причем операции повторяют до тех пор, пока результат последнего считывания не покажет, что, по меньшей мере, одна запоминающая ячейка не стерта или не запрограммирована, если же результат первого считывания показал, что по меньшей мере, одна запоминающая ячейка не стерта или не запрограммирована, уменьшают или повышают напряжение считывания на заданную величину ($\triangle$U), снова считывают запоминающие ячейки пониженным или повышенным напряжением считывания, если результат последующего считывания показал, что все ячейки стерты или запрограммированы, повышают заданное напряжение (Vpp) на величину ($\triangle$U) * (количество проходов петли +1) и запоминают повышенное напряжение (Vpp), если же результат последующего считывания показал, что, по меньшей мере, одна ячейка не стерта или не запрограммирована, то повторяют операции с уменьшения или повышения напряжения считывания на заданную величину ($\triangle$U), причем операции повторяют до тех пор, пока результат последнего считывания не покажет, что, все запоминающие ячейки стерты или запрограммированы.

4. Способ по любому из пп. 1-3, отличающийся тем, что перед запоминанием напряжения (Vpp) его повышают на жестко заданное значение для повышения надежности.

5. Устройство для автоматического определения напряжения (Vpp), необходимого для программирования или стирания запоминающих ячеек в программируемом и стираемом полупроводниковом постоянном запоминающем устройстве (SP), содержащее блок управления (ST), соединенный с полупроводниковым постоянным запоминающим устройством (SP) шиной адресов и данных и линией для загрузки полупроводникового постоянного запоминающего устройства (SP) напряжением считывания, генератор напряжения (HG), который загружается управляющим сигналом (S) от блока управления (ST), причем постоянное полупроводниковое запоминающее устройство (SP) загружается от генератора напряжения (HG) устанавливаемым напряжением (Vpp) и имеет область (A), в которую записывается или из которой считывается установленное напряжение, необходимое для программирования или стирания запоминающих ячеек.

RU 2189083 C2

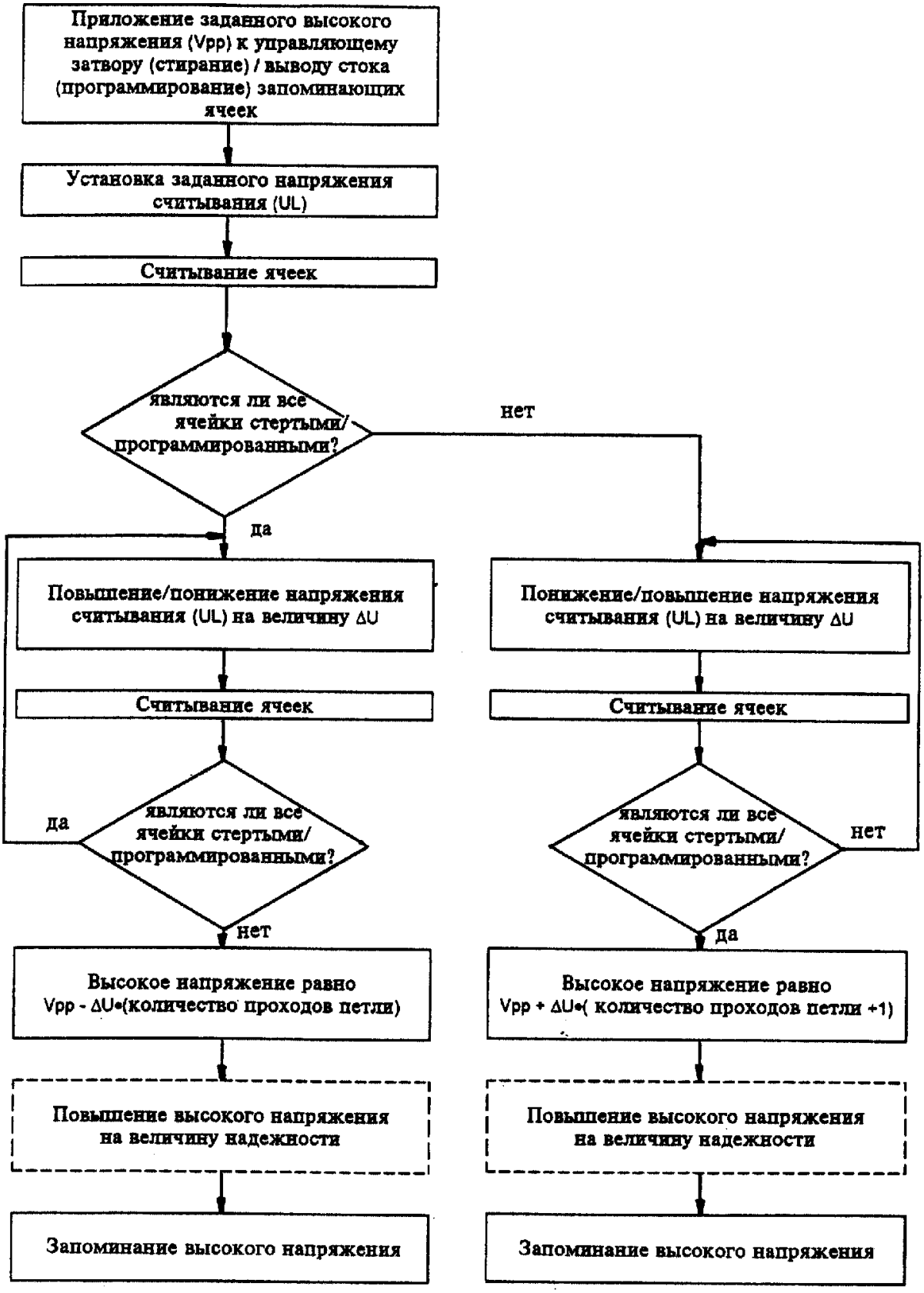
RU 2189083 C2



Фиг. 2

RU 2189083 C2

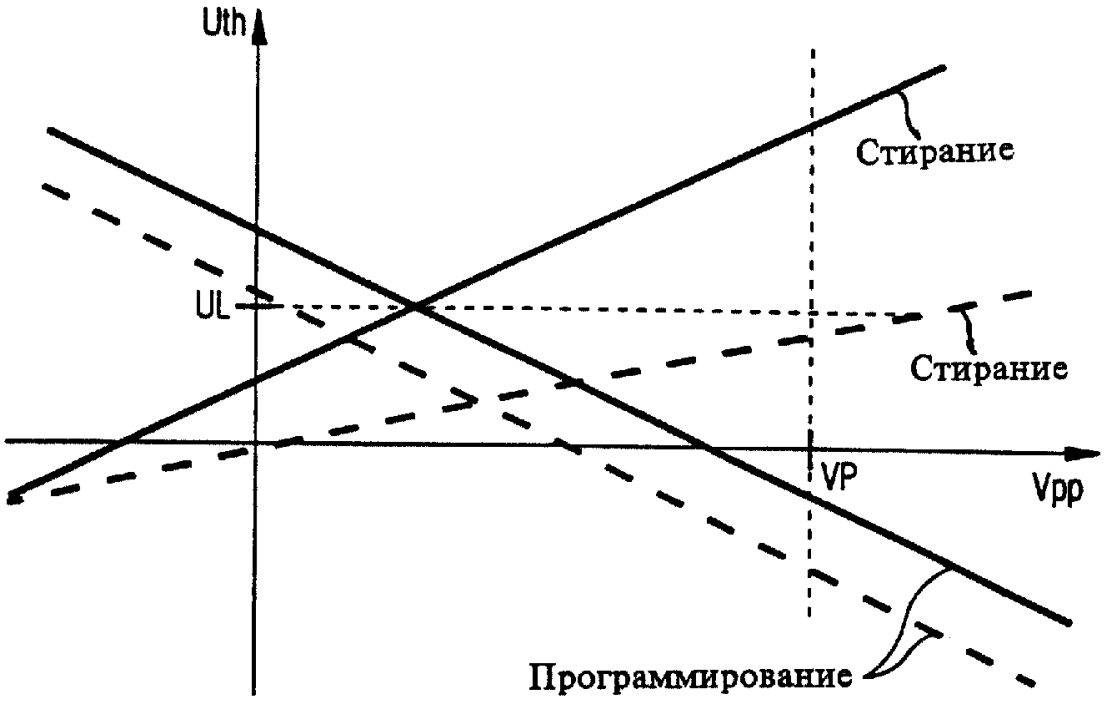
RU 2189083 C2



Фиг. 3

RU 2189083 C2

RU 2189083 C2



Фиг. 4

RU 2189083 C2

RU 2189083 C2