



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H01L 21/3065 (2019.02)

(21) (22) Заявка: 2018129894, 16.08.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.08.2018

Дата регистрации:
29.04.2019

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 16.08.2018

(45) Опубликовано: 29.04.2019 Бюл. № 13

Адрес для переписки:
125009, Москва, ул. Моховая, 11, корп. 7, ИРЭ
им. В.А. Котельникова РАН, Патентный отдел

(72) Автор(ы):

Анисимкин Владимир Иванович (RU),
Воронова Наталья Владимировна (RU),
Воронова Нелли Владимировна (RU),
Галанов Геннадий Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт радиотехники
и электроники им. В.А. Котельникова
Российской академии наук (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 175042 U1, 16.11.2017. JPH
0955636 A, 25.02.1997. US 2006/0175010 A1,
10.08.2006. US 6367329 B1, 09.04.2002. US 2007/
0054422 A1, 08.03.2007. RU 2535228 C1,
10.12.2014.

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЕННОГО ТРАВЛЕНИЯ ПЛАСТИН

(57) Реферат:

Способ определения параметров плазменного травления материалов в процессе обработки изделий включает измерение параметров модельного образца в виде структуры, образованной первой и второй акустическими линиями задержки (АЛЗ), содержащими входные и выходные электроакустические преобразователи, выполненные на одной грани плоского кристаллического звукопровода, другая противоположная грань которого открыта для плазменного травления. Моды колебаний АЛЗ выбраны из условия обеспечения различий в зависимости времени задержки от температуры и толщины звукопровода таким образом, чтобы первая АЛЗ обладала большей чувствительностью к температуре и меньшей

чувствительностью к изменению толщины звукопровода в процессе травления, а вторая АЛЗ - меньшей чувствительностью к температуре, но большей чувствительностью к изменению толщины звукопровода в процессе травления по отношению к первой АЛЗ. Искомые параметры упомянутого травления определяют по временной зависимости разности откликов выходных преобразователей при подаче сигнала возбуждения на входные преобразователи АЛЗ. Технический результат - снижение уровня пороговых значений и повышение точности измерения параметров плазменного травления с автоматическим учетом текущей температуры процесса. 7 з.п. ф-лы, 6 ил.

RU 2 686 579 C 1

RU 2 686 579 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(19) **RU** (11) **2 686 579**⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.
H01L 21/3065 (2006.01)

(52) CPC
H01L 21/3065 (2019.02)

(21) (22) Application: **2018129894, 16.08.2018**

(24) Effective date for property rights:
16.08.2018

Registration date:
29.04.2019

Priority:

(22) Date of filing: **16.08.2018**

(45) Date of publication: **29.04.2019** Bull. № 13

Mail address:

**125009, Moskva, ul. Mokhovaya, 11, korp. 7, IRE
im. V.A. Kotelnikova RAN, Patentnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Anisimkin Vladimir Ivanovich (RU),
Voronova Natalya Vladimirovna (RU),
Voronova Nelli Vladimirovna (RU),
Galanov Gennadij Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
uchrezhdenie nauki Institut radiotekhniki i
elektroniki im. V.A. Kotelnikova Rossijskoj
akademii nauk (RU)**

(54) **METHOD OF DETERMINING PLASMA ETCHING PARAMETERS**

(57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: method of determining parameters of plasma etching of materials during processing of articles involves measuring model sample parameters in form of a structure formed by first and second acoustic delay lines (ADL), ADLs comprise input and output electroacoustic transducers made on one face of a flat crystalline acoustic line, the other opposite face of which is open for plasma etching. ADL oscillation modes are selected on condition of providing differences in dependence of delay time on temperature and thickness of acoustic line so that first ADL has higher sensitivity to temperature and lower sensitivity to

change of thickness of acoustic line in process of etching, and second ADL has lower sensitivity to temperature, but higher sensitivity to thickness variation of acoustic line during etching relative to first ADL. Required parameters of said etching are determined from the time dependence of the difference of the responses of the output converters when the excitation signal is applied to the input ADL transducers.

EFFECT: low level of threshold values and high accuracy of measuring parameters of plasma etching with automatic allowance for current temperature of the process.

8 cl, 6 dwg

RU 2 686 579 C 1

RU 2 686 579 C 1

Изобретение относится к технологии микроэлектроники и может быть использовано для контроля характеристик плазменной обработки при формообразовании электронных компонентов.

5 Одними из наиболее распространенных элементов таких компонентов являются периодические канавки и тонкие мембраны, которые обычно изготавливаются методами плазменного/реактивного ионно-лучевого травления. Воспроизводимость процессов травления определяет выход годных изделий и уровень достижимых рабочих характеристик.

10 Описаны различные способы определения скорости и глубины травления структур в процессе плазменного/реактивного ионно-лучевого травления, при этом используется прямая зависимость увеличения глубины травления с ростом скорости травления. Так, определение глубины травления поверхности в низкотемпературной плазме проводят методом сканирующей зондовой микроскопии (RU 2206882, ЗАО "НТ-МДТ", 20.06.2003).

15 Описано устройство мониторинга глубины плазменного травления в режиме реального времени LEP400. Устройство содержит видеосистему для контроля подложки и рассчитывает скорость травления и глубину травления в режиме реального времени, позволяя контролировать завершение процесса (http://www.actan.ru/optmc_lep400.html). При этом мониторинг осуществляется через технологическое окно. Прибор может работать в качестве автономного устройства либо интегрироваться в установку
20 плазмохимического травления фирмы Corial (Франция) от OEM-производителя посредством простого и надежного коммуникационного интерфейса http://www.tbs-semi.ru/equipment/plazmokhimiya/corial_200i/.

Известно использование акустических методов для контроля процесса плазменного травления (US 6367329 (B1), Acoustic time of flight and acoustic resonance methods for detecting
25 endpoint in plasma processes, AGERE SYST GUARDIAN CORP., 09.04.2002). Конечную точку процесса плазменного травления определяют с использованием акустической ячейки, прикрепленной к выхлопному отверстию на реакционной камере плазменного реактора. Газ из реакционной камеры течет в акустическую ячейку во время процесса плазменного травления. Акустические сигналы периодически передаются через газ,
30 протекающий в акустической ячейке, и определяют первую скорость для акустических сигналов, связанных с травлением первого слоя материала, сформированного на подложке. После этого конечная точка стадии плазменного травления определяется, когда первая скорость изменяется на вторую скорость, связанную с травлением первого слоя материала через его толщину до его границы с лежащим ниже слоем материала.
35 Газ из реакционной камеры протекает через компрессор перед втеканием в акустическую ячейку для увеличения давления газа в акустической ячейке. Этот косвенный метод не дает информацию о параметрах травления при сложной топологии обрабатываемых изделий, например, при выполнении системы отражательных канавок.

Описано использование светового излучения, которое возникает в процессе
40 взаимодействия плазмы с обрабатываемым материалом для измерения скорости травления пластины и глубины травления в процессе плазменного травления (IES20070301 (A2) - Method and apparatus for measuring the wafer etch rate and etch depth in a plasma etch process. LEXAS RES LTD, 02.04.2008). Способ содержит этапы обнаружения света, генерируемого из плазмы во время процесса травления, фильтрацию
45 обнаруженного света для извлечения модулированного света и обработки обнаруженного модулированного света для определения скорости травления. Однако ввиду малых размеров формируемой топологии канавок способ вряд ли применим.

Известен другой способ контроля глубины травления (US 7892980 (B2) - Apparatus

and a method for controlling the depth of etching during alternating plasma etching of semiconductor substrates, TEGAL CORP, 22.02.2011) посредством обнаружения светового сигнала, относящегося к выбранной длине волны, излучаемой плазмой с использованием зондирующего монохроматического светового сигнала. Однако этот способ достаточно сложен и требует серьезного переоборудования технологической камеры.

Известно, что плазмохимическое травление является широко используемым инструментом в технологии акустоэлектронных и пьезоэлектрических компонентов, которое обеспечивает настройку частотных характеристик компонентов. Так, в изобретении JPH0955636 (A) - FREQUENCY ADJUSTMENT METHOD FOR SURFACE ACOUSTIC WAVE ELEMENT AND DEVICE THEREFOR, TOSHIBA CORP., 25.02.1997. Полуфабрикат элемента прибора на поверхностной акустической волне, установленный на несущем приспособлении, переносится в положение для травления в секцию вакуумной обработки. Плазма излучается на полуфабрикат элемента на поверхностной акустической волне (ПАВ), чтобы вытравить верхнюю сторону кристалла для регулировки частоты. Частотная характеристика полуфабриката измененного травлением, измеряется с помощью анализатора, а травление осуществляется плазмой в устройстве 51 управления до тех пор, пока измеренная частота не достигнет желаемой величины.

Однако специфика функционирования пьезо- и акустоэлектронных устройств состоит в том, что «желаемая» рабочая частота определяется не только геометрическими размерами, но и зависимостью частоты самого элемента от его текущей температуры. Иными словами, для обеспечения той же рабочей частоты, которая настроена в процессе плазменной обработки, необходимо учитывать температурный коэффициент скорости (фазы) используемой волны в данном пьезоэлектрическом материале.

Наиболее близким к патентуемому является способ контроля глубины анизотропного травления канавок в полупроводнике и соответственно скорости травления при производстве интегральных схем и полупроводниковых приборов (RU 175042 U1, ЗАО ГРУППА КРЕМНИЙ ЭЛ", 16.11.2017 - прототип). Способ предусматривает изготовление тестового элемента с рядом тестовых канавок от минимального по ширине размера до максимального и со смотровой канавкой. Глубину канавок, а соответственно и скорость травления, определяют цифровым микроскопом визуально, устанавливая образец под углом 45° и осматривая профиль вытравленных тестовых канавок через смотровую канавку. Недостатком способа является сложность и длительность получения искомого параметра.

Настоящее изобретение направлено на решение проблемы повышения достоверности и упрощения реализации способа контроля скорости травления структур посредством плазменного, плазмохимического, плазменного/реактивного ионно-лучевого травления или другого вида обработки в плазменном разряде.

Патентуемый способ определения параметров плазменного травления материалов в процессе обработки изделий включает измерение параметров модельного образца.

Отличие состоит в следующем.

В качестве модельного образца используют структуру, образованную первой и второй акустическими линиями задержки (АЛЗ), содержащими входные и выходные электроакустические преобразователи, выполненные на одной грани плоского кристаллического звукопровода, другая противоположающая грань которого открыта для плазменного/ионно-лучевого травления.

Моды колебаний АЛЗ выбраны из условия обеспечения различий в зависимости времени задержки от температуры и толщины звукопровода таким образом, чтобы

первая АЛЗ обладала большей чувствительностью к температуре и меньшей чувствительностью к изменению толщины звукопровода в процессе травления, а вторая АЛЗ - меньшей чувствительностью к температуре, но большей чувствительностью к изменению толщины звукопровода в процессе травления, по отношению к первой АЛЗ.

5 Искомые параметры упомянутого травления определяют по временной зависимости разности откликов выходных преобразователей при подаче сигнала возбуждения на входные преобразователи АЛЗ.

Способ может характеризоваться тем, что АЛЗ образованы на одном или на разных звукопроводах.

10 Способ может характеризоваться и тем, что в первой АЛЗ возбуждают моду колебаний поверхностных акустических волн, а во второй АЛЗ - диспергирующую эллиптически поляризованную волну Лэмба или линейно-поляризованные акустические пластинчатые моды колебаний квази-горизонтальной SH, квазипродольной QL или квази-вертикальной QSV поляризации, при этом открытыми для плазменного/ионно-лучевого травления являются упомянутые грани обеих АЛЗ.

15 Способ может характеризоваться также тем, что в обеих АЛЗ возбуждают диспергирующие эллиптически поляризованные волны Лэмба или линейно-поляризованные акустические пластинчатые моды колебаний квази-горизонтальной SH, квази-продольной QL и квази-вертикальной QSV поляризации, при этом открытой для плазменного/ионно-лучевого травления является упомянутая грань той из АЛЗ, которая имеет пластинчатую моду, характеризующуюся большей чувствительностью к изменению толщины звукопровода в процессе травления.

20 Способ может характеризоваться также тем, что разность откликов выходных преобразователей АЛЗ определяют по изменению фазы сигнала, а кроме того, тем, что звукопроводы АЛЗ выполнены из пьезоэлектрического кристаллического материала в форме удлиненных пластин, и тем, что электроакустические преобразователи представляют собой встречно-штыревые преобразователи.

Технический результат изобретения - снижение уровня пороговых значений и повышение точности измерения параметров (толщины, скорости) плазменного травления с автоматическим учетом текущей температуры процесса. Преимуществом выбора 30 вида модельной структуры является схожесть элементной базы и принципа функционирования модельного образца с изделиями и процессами основного производства, в котором применено плазменное травление. Используемое в данном описании понятие «плазменное травление» следует распространять на все виды «сухого» 35 травления с использованием, в частности реактивного ионно-плазменного травления, ионно-лучевого травления и пр. технологий.

Существо изобретения поясняется на чертежах, где:

фиг. 1 - принципиальная блок-схема реализации способа;

40 фиг. 2 - структура АЛЗ, размещенных на одном звукопроводе, вид со стороны преобразователей;

фиг. 3 - структура АЛЗ, размещенных на отдельных звукопроводах, вид со стороны преобразователей;

фиг. 4 - пояснение характера существования ПАВ и пластинчатой моды колебаний (на примере моды SH-поляризации) в разных АЛЗ;

45 фиг. 5 - пояснение характера существования двух пластинчатых мод колебаний в разных АЛЗ;

фиг. 6 - дисперсионные кривые SH-мод в пластинах кварца с углами Эйлера 0° , $132,75^\circ$, 90° (ST, X+ 90° -срез), n - номер моды.

На фиг. 1 показана блок-схема измерительного устройства для реализации способа, где: 1 - модельная структура, 2, 3 - коммутаторы для подключения первой 4 и второй 5 АЛЗ к измерительному тракту. Тракт содержит перестраиваемый генератор 6 радиочастоты и приемное устройство 7, блок 8 выделения разности откликов, выход которого подключен к блоку 9 управления и обработки данных. Блок 9 синхронизирует работу блоков измерительного устройства. Такие схемы измерений для компонентов акустоэлектронных устройств известны и могут быть реализованы как в импульсном, так и в непрерывном режимах, например, на основе анализаторов четырехполюсников HP 875ES или KEYSIGHT 5061 B.

10 Модельная структура 1 (фиг. 2, 3) содержит входные 41, 51 и выходные 42, 52 электроакустические преобразователи АЛЗ 4, 5, размещенные на поверхности звукопровода 10. Звукопровод 10 представляет собой плоскую пластину из кристаллического пьезоэлектрика, на одной грани 11 которой размещены указанные электроакустические преобразователи АЛЗ 4, 5, а другая противоположащая грань 12
15 открыта для плазменной обработки. Именно грань 12 звукопровода 10 и подвергается травлению с уменьшением толщины пластины.

АЛЗ могут быть выполнены как на одной пластине звукопровода 10, так и на двух отдельных звукопроводах 101 и 102.

Акустические моды колебаний, на которых реализованы АЛЗ 4, 5, выбираются, исходя из определенных требований, и именно в этом состоит изобретательский уровень. Моды колебаний АЛЗ выбраны из условия обеспечения различий в зависимости времени задержки от температуры и толщины звукопровода исходя из следующего. Выбранная мода колебаний для АЛЗ 4 должна обладать большей чувствительностью к температуре и меньшей чувствительностью к изменению толщины звукопровода в процессе
25 травления. Выбранная мода колебаний для АЛЗ 5 - меньшей чувствительностью к температуре, но большей чувствительностью к изменению толщины звукопровода в процессе травления по отношению к АЛЗ 4. Имеется в виду та температура нагрева, которая неизбежно сопровождает процесс плазменного травления любого материала.

Искомые параметры упомянутого травления (глубина или скорость травления при заданной апертуре плазменного луча) определяют по временной зависимости разности откликов выходных преобразователей 42 и 52 при подаче сигнала возбуждения на входные преобразователи 41 и 51 АЛЗ 4, 5.

Электроакустические преобразователи выполнены в виде встречно-штыревой структуры с металлическими электродами, размещенными на концах звукопроводов.
35 Конструкция АЛЗ известна из уровня техники. В качестве материалов звукопроводов используются известные кристаллические материалы, обладающие пьезоэлектрическими свойствами, такие как кварц, ниобат лития, танталата лития, германата висмута, сульфид кадмия, лангасит. То есть те материалы, которые будут использоваться в технологии, для которой производится моделирование.

40 На фиг. 4 поясняется принцип, лежащей в основе одного из вариантов реализации патентуемого способа определения параметров плазменного травления. Травление звукопровода осуществляется со стороны грани 12 в зоне 99, соответственно в этой зоне и осуществляется уменьшение толщины звукопровода.

В том случае, если в АЛЗ 4 возбуждают ПАВ (волны Рэлея), а во АЛЗ 5 -диспергирующие линейно-поляризованные акустические пластинчатые моды колебаний QL-поляризации, то имеет место следующее. АЛЗ 4, в данном случае, представляет собой датчик температуры, поскольку пластина звукопровода 10 под воздействием тепла плазменного источника в зоне 99 изменяет лишь расстояние между

электроакустическими преобразователями 41 и 42, а также скорость и время пробега (время задержки) волны между преобразователями АЛЗ 4. Сама ПАВ проникает вглубь звукопровода от грани 11 на расстояние 1-2 длины волны, т.е. на расстояние нескольких десятков мкм и не чувствует изменения геометрии грани 12 (направление распространения ПАВ показано пунктиром 107) при типичных толщинах пластин-звукопроводов 300 и 500 мкм.

В противоположность этому, АЛЗ 5 использует диспергирующие пластинчатые моды акустических колебаний (Лэмба, SH, QL или QSV), возбуждаемые и принимаемые преобразователями 51, 52, которые в сильной мере чувствуют изменение геометрии на грани 12 (условно распространение QL-моды показано пунктирной линией 108) и в слабой мере изменение температуры. Эти колебания представляют собой линейно-поляризованные акустические моды с доминирующим смещением вдоль направления распространения волны [Ivan V. Anisimkin "New type of an acoustic plate modes: quasi-longitudinal normal wave," Ultrasonics, vol. 42, no. 10, p. 1095-1099, 2004; V.I. Anisimkin "New acoustic plate modes with quasi-linear polarizations", IEEE Trans, on Ultrason., Ferroelect, Freq. Contr., vol. 59, no. 10, p. 2363-2367, 2012]. Пластинчатые моды колебаний могут обладать также аномально высоким коэффициентом электромеханической связи [V.I. Anisimkin and N.V. Voronova "Acoustic properties of the film/plate layered structure", IEEE Trans, on Ultrason, Ferroelect., Freq. Contr., vol. 58, no. 3, p. 578-584, 2011; В.И. Анисимкин, Н.В. Воронова и др. Структура акустических мод в пьезоэлектрических пластинах со свободными и металлизированными поверхностями // Радиотехника и Электроника, т. 57, №7, с. 808-812, 2012] и аномально большим углом отклонения потока энергии [V.I. Anisimkin. Anisotropy of the Acoustic Plate Modes in ST-Quartz and 128°Y-LiNbO₃, IEEE Trans. Ultrason, Ferroelect, Freq. Contr., vol. 61, p. 120132, January 2014].

Указанные пластинчатые моды колебаний применялись для сенсоров аналитических приборов и методика их расчета известна (см., например, RU 2649217 C1, ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, 30.03.2018).

На фиг. 5 поясняется принцип, лежащий в основе другого варианта реализации патентуемого способа, когда обе АЛЗ 4 и 5 используют пластинчатые моды акустических колебаний различных типов, которые по разному «чувствуют» как изменение геометрии на грани 12, так и изменение температуры пластины-звукопровода. Условно наличие в звукопроводе 10 одной SH-моды показано пунктиром 1081, а другой SH-моды - точками 1082.

Способ реализуют следующим образом.

Вначале измеряются отклик АЛЗ 4 $\Delta\phi_1/\phi_1$ и отклик АЛЗ 5 $\Delta\phi_2/\phi_2$ на травление используемых пластин звукопроводов 10. Затем определяются: а) температурный нагрев подложки АЛЗ 4 $\Delta t = (1/TK\Phi_1)\Delta\phi_1/\phi_1$ и б) вклад этого нагрева в отклик АЛЗ 5 $(TK\Phi_2/TK\Phi_1)(\Delta\phi_1/\phi_1)$, где $\Delta\phi_1$ и $\Delta\phi_2$ - величины изменения фазы акустических волн в АЛЗ 4 и АЛЗ 5 в процессе травления (измеряются прибором типа KEYSIGHT 5061E), ϕ_1 и ϕ_2 - полные набеги фаз этих волн в АЛЗ 4 и АЛЗ 5, равные $360^\circ L_{1/2}/\lambda$, $L_{1,2}$ - расстояние между излучающим и приемным ВШП в этих АЛЗ, λ - длина волны. $TK\Phi_1$ и $TK\Phi_2$ - температурные коэффициенты скорости или фазы волн в подложках АЛЗ 4 и АЛЗ 5, известные для многих материалов [Акустические кристаллы под/ред. М.П. Шаскольской. М: Наука, 1982; Anisimkin V.I., Anisimkin I.V., Voronova N.V., Puchkov Yu.V. General properties of the acoustic plate modes at different temperatures // Ultrasonics. 2015. Vol. 62, no. 9. P. 46-49; Анисимкин В.И., Пятайкин И.И., Воронова Н.В., Пучков Ю.В. Температурные характеристики акустических мод в пластинах пьезоэлектрических

кристаллов SiO₂, LiNbO₃, LiTaO₃, Bi₁₂GeO₂₀ и Bi₁₂SiO₂₀. Радиотехника и Электроника. 2016. Т. 61. №1. С. 83-88]. Далее вычисляется та часть отклика АЛЗ 5, которая обусловлена только изменением толщины звукопровода, вызванного травлением - то есть величина $\Delta\varphi/\varphi = \Delta\varphi_2/\varphi_2 - (\text{TK}\Phi_2/\text{TK}\Phi_1)(\Delta\varphi_1/\varphi_1)$. Зная эту величину и ее зависимость от нормированной толщины звукопровода H/λ , (дисперсию скорости V используемой пластинчатой моды):

$$\frac{\Delta\varphi}{\varphi} = \frac{1}{V_0} \frac{dV}{d(H/\lambda)} \times \left(\frac{\Delta H}{\lambda} \right)$$

где V_0 - начальное значение скорости при толщине H пластины, вычисляется изменение толщины ΔH звукопровода и скорость травления $\Delta H/\tau$, где τ - продолжительность процесса:

$$\Delta H = \left(\frac{\Delta\varphi}{\varphi} \times V_0 \times \lambda \right) \div \frac{dV}{d(H/\lambda)}$$

$$\frac{\Delta H}{\tau} = \frac{1}{\tau} \left(\frac{\Delta\varphi}{\varphi} \times V_0 \times \lambda \right) \div \frac{dV}{d(H/\lambda)}$$

Типичный вид дисперсионных кривых пластинчатых волн, демонстрирующих их сильную зависимость от нормированной толщины пластины H/λ , представлен на фиг. 6. Они получены для SH-мод в пластинах кварца с углами Эйлера 0°, 132,75°, 90° (ST, X+90°-срез), n - номер моды.

Проведенные оценки показывают достижение технического результата в части снижения уровня пороговых значений. При типичных значениях рабочих параметров ($L=20$ мм, $\lambda=300$ мкм, $V_0=10 \times 10^6$ мм/с, пороговое значение $\Delta\varphi=1$ град, $\varphi=360^\circ L/\lambda=24000^\circ$, $dV/d(H/\lambda)=10^7$ мм/с) минимальное пороговое значение ΔH составляет 0,0125 мкм (при типичных толщинах пластин-звукопроводов $H=300$ и 500 мкм).

(57) Формула изобретения

1. Способ определения параметров плазменного травления материалов в процессе обработки изделий, включающий измерение параметров модельной структуры, отличающийся тем, что

модельная структура образована первой и второй акустическими линиями задержки (АЛЗ), содержащими входные и выходные электроакустические преобразователи, выполненные на одной грани плоского кристаллического звукопровода, другая противоположащая грань которого открыта для плазменного/ионно-лучевого травления;

моды колебаний АЛЗ выбраны из условия обеспечения различий в зависимости времени задержки от температуры и толщины звукопровода таким образом, чтобы первая АЛЗ обладала большей чувствительностью к температуре и меньшей чувствительностью к изменению толщины звукопровода в процессе травления, а вторая АЛЗ - меньшей чувствительностью к температуре, но большей чувствительностью к изменению толщины звукопровода в процессе травления по отношению к первой АЛЗ, а искомые параметры упомянутого травления определяют по временной зависимости разности откликов выходных преобразователей при подаче сигнала возбуждения на входные преобразователи АЛЗ.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что АЛЗ образованы на одном звукопроводе.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что АЛЗ образованы на разных звукопроводах.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в первой АЛЗ возбуждают моду колебаний

поверхностных акустических волн, а во второй АЛЗ - диспергирующую эллиптически поляризованную волну Лэмба или линейно-поляризованные акустические пластинчатые моды колебаний квазигоризонтальной SH, квазипродольной QL или квазивертикальной QSV поляризации, при этом открытыми для плазменного травления являются

5 упомянутые грани обеих АЛЗ.

5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в обеих АЛЗ возбуждают диспергирующие эллиптически поляризованные волны Лэмба или линейно-поляризованные акустические пластинчатые моды колебаний квазигоризонтальной SH, квазипродольной QL или квазивертикальной QSV поляризации, при этом открытой для плазменного травления является упомянутая грань той из АЛЗ, которая имеет пластинчатую моду, характеризующуюся большей чувствительностью к изменению толщины звукопровода в процессе травления.

6. Способ по п. 1, отличающийся тем, что разность откликов выходных преобразователей АЛЗ определяют по изменению фазы сигнала.

15 7. Способ по п. 1, отличающийся тем, что звукопроводы АЛЗ выполнены из пьезоэлектрического материала в форме удлиненных пластин.

8. Способ по п. 1, отличающийся тем, что электроакустические преобразователи представляют собой встречно-штыревые преобразователи.

20

25

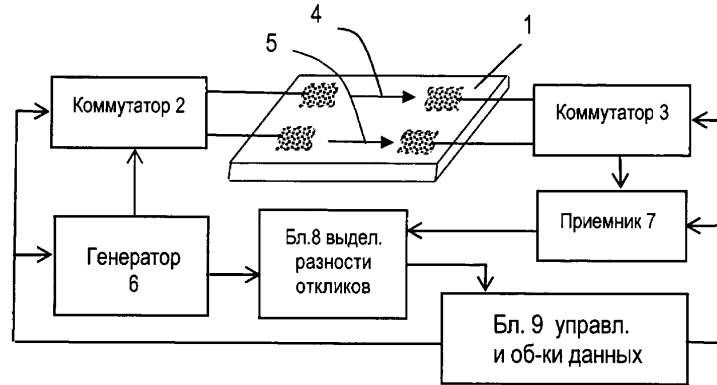
30

35

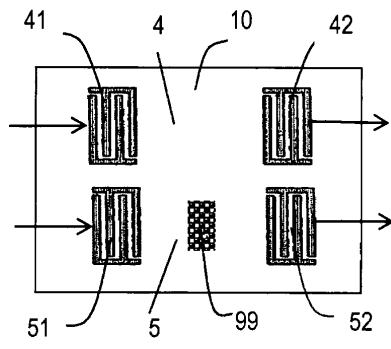
40

45

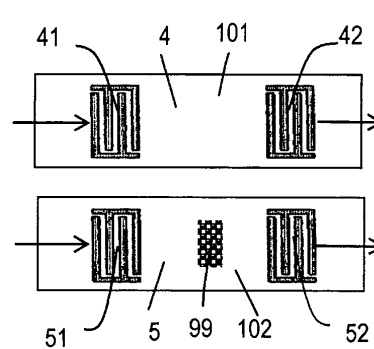
1



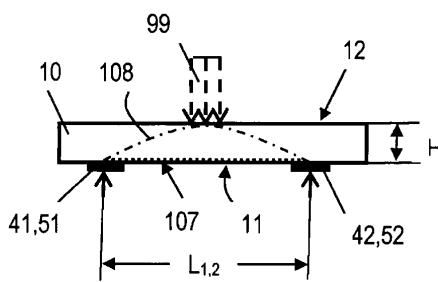
ФИГ. 1



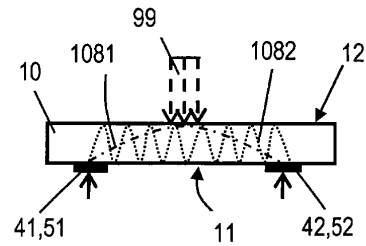
ФИГ. 2



ФИГ. 3

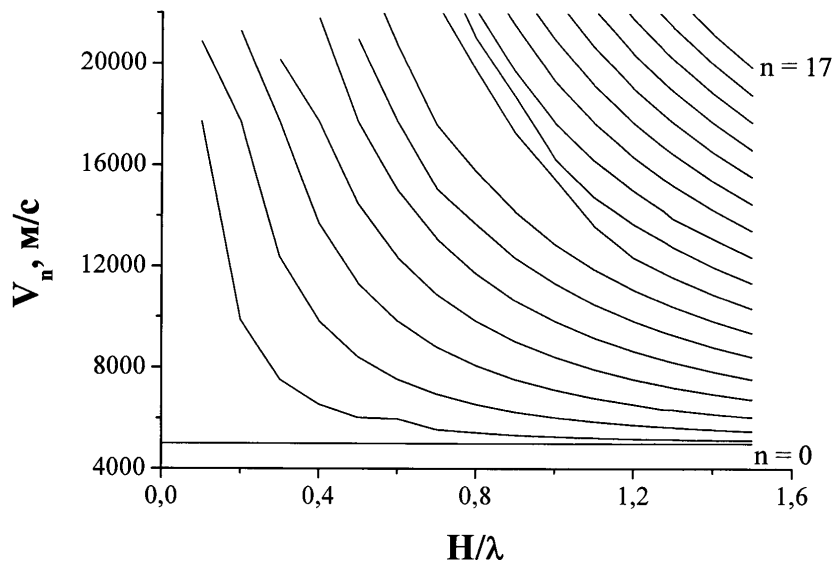


ФИГ. 4



ФИГ. 5

2



ФИГ. 6