

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Минкина Александра Михайловича на тему «Технологические основы формообразования чувствительного элемента из кварцевого стекла методом химического травления через текстурированное молибденовое покрытие», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01-Технология неорганических веществ.

Представленная работа посвящена актуальной теме – совершенствованию технологии формообразования микроструктур на поверхности кварцевого стекла. Исследования направлены на повышение экономических показателей и технологичности процессов за счет групповой обработки изделий и снижения уровня брака.

В качестве защитной маски для травления стекла автор диссертации Минкин А.М. предлагает использовать текстурированное покрытие на основе молибдена, что обусловило новизну проведенных исследований. Определены особенности формирования текстуры в пленках молибдена на начальной стадии осаждения и в процессе их роста при различных параметрах магнетронного распыления. Данные результаты обеспечили получение молибденового покрытия, которое позволяет выполнять глубокое изотропное травление кварцевого стекла в плавиковой кислоте. Итогом работы стало создание опытных образцов кварцевых акселерометров, применяемых в навигационных системах. Получен акт внедрения №66/61-30-а.

Основное содержание диссертации представлено в 10 публикациях, в том числе 2 статьи в журналах, индексируемых в международных реферативных базах, 2 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ и 6 тезисов докладов.

Материалы исследования обсуждались на всероссийских и международных научных конференциях.

Текст автореферата диссертационной работы составлен грамотно, написан четко и ясно. Достоверность результатов не вызывает сомнений. Сформулированная цель работы и задачи исследования достигнуты, а положения, выносимые на защиту, экспериментально доказаны.

При ознакомлении с авторефератом отмечены следующие замечания:

1. В качестве дополнительного доказательства формирования зародышей молибдена с начальной текстурой (110) было бы полезно провести исследования ультратонких пленок молибдена толщиной менее 10 нм с помощью просвечивающей электронной микроскопии и микродифракции электронов.

68. 29.07.2020

2. Не приведено пояснение параметров  $\varepsilon_1$ ,  $N_1$ ,  $N_2$  входящих в уравнение №4, которое используется для определения работы образования зародышей.

3. Присутствуют опечатки, в некоторых местах в качестве разделителя целой и дробной частей числа вместо запятой (,) используется точка (.).

Вместе с тем указанные замечания не снижают общей положительной оценки представленной работы.

В целом на основании автореферата и опубликованных статей считаю, что работа выполнена на высоком профессиональном уровне и соответствует требованиям п. 9 «Порядка присуждения ученых степеней в ПНИПУ», утвержденного ректором ПНИПУ от 09 января 2018 г.

В работе изложены новые научно-обоснованные технические и технологические решения, имеющие существенное значение для развития отрасли, занимающейся прецизионной обработкой стекла, керамики и других неорганических веществ с целью получения требуемой объемно-пространственной формы.

Диссертант заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01-Технология неорганических веществ.

Мазунин Сергей Александрович  
доктор химических наук, профессор,  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Пермский государственный  
национальный исследовательский университет»

дата «18» 07 2020г

Мазунин Сергей Александрович

Адрес: 614990, Пермский край, г. Пермь, ул. Букирева, 15  
Кафедра неорганической химии, химической технологии и технологической безопасности

Тел: (495) 239-64-35

email: smazunin@psu.ru

