

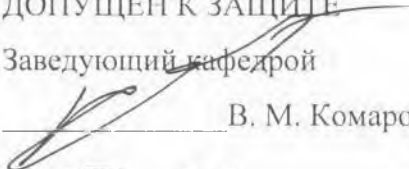
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНО – ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ

КАФЕДРА ВАКУУМНАЯ И КОМПРЕССОРНАЯ ТЕХНИКА

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой


В. М. Комаровская

« 08 » 01 2020 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ ВУ-700 ДЛЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ПЛЕНОК МЕТАЛЛОВ С ЦЕЛЬЮ ПРЕДСЕРИЙНОЙ
ОТРАБОТКИ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ
МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ**

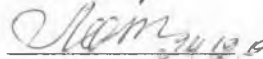
Специальность 1-36 20 04

Вакуумная и компрессорная техника

Обучающийся
группы 30904115


Я.Г.Цыпленков

Руководитель

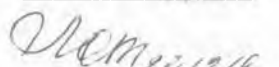

С.Д.Латушкина

Консультанты:

по разделу технологическому


С.Д.Латушкина

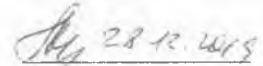
по разделу конструкторскому


С.Д.Латушкина

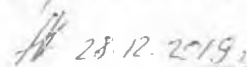
по разделу экономическому


Н.В.Зеленковская

по разделу автоматизации


А.Л.Савченко

по разделу охраны труда


Е.Н.Автушко

Ответственный за нормоконтроль


В.М.Комаровская

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка - 107 страниц

графическая часть - 9 листов

магнитные (цифровые) носители - 0 единиц.

Минск 2020

РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 102 с., 57 рис., 11 табл., 48 источников.

Объектом исследования является вакуумная установка для магнетронного и резистивного нанесения металлов для производства микроэлектроники.

Цель дипломного проекта является усовершенствование вакуумной установки для нанесения металлических покрытий в вакууме.

В процессе проектирования выполнены следующие исследования:

- определено назначение и область применения напыления тонких плёнок в производстве микроэлектроники;
- проанализировано назначение, устройство и принцип работы вакуумной установки ВУ-700, выбраны методы нанесения покрытий и представлены предложения по усовершенствованию вакуумной установки;
- выполнен проектировочный расчет скорости распыления и испарения, проверочный расчет равномерности нанесения покрытия, а также разработана конструкции ввода вращения;
- рассчитана себестоимость детали с покрытием, и определена экономическая эффективность проектного варианта технологического процесса.

Результатами явились предложения по замене ввода вращения, установке ионного источника очистки, установке резистивного испарителя и системы магнетронного распыления.

Приведенный в дипломном проекте расчетно-аналитический материал объективно отражает состояние исследуемого процесса, все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Руднев, А.Н. Влияние технологических факторов на структуру плёнок получаемых испарением в вакууме // Известия Томского политехнического института имени Кирова. – 1967. – № 159. – С. 8–15.
2. Грабов, В.М. Особенности структуры пленок висмута, полученных методом термического испарения в вакууме // Физика. – 2000. – №1. – С. 20.
3. Заводян, А.В. Технологии высокоточной сборки и высокоплотного монтажа : Лабораторный практикум / А.В. Заводян. – М. : РИОР, 2004. – 18 с.
4. Устройство для нанесения пленок в вакууме [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : https://yandex.ru/patents/doc/SU1077334A1_19951227. Дата доступа : 16.10.2019.
5. Способ нанесения покрытия в вакууме на изделия из электропроводных материалов или диэлектриков [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : https://yandex.ru/patents/doc/RU2409703C1_20110120. Дата доступа : 16.10.2019.
6. Установка для нанесения покрытий на широкую ленту [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2203979C2_20030510. Дата доступа : 16.10.2019.
7. Вакуумная pvd-установка нанесения покрытий [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2486280C2_20130627. Дата доступа : 16.10.2019.
8. Антоненко, С.В. Технология тонких пленок : учеб. пособие. / С.В. Антоненко. – М.: МИФИ, 2008. – 104 с.
9. Минайчев, В.Е. Нанесение пленок в вакууме : учеб. пособие / В.Е. Минайчев. – Москва, "Высшая школа", 1989. – 110 с.
10. Данилин, Б.С. Магнетронные распылительные системы / Б.С. Данилин, В.К. Сырчин. – М.: Радио и связь, 1982. – 72 с.
11. Майссел, Л. Технология тонких пленок : справочник / Л. Майссел, Р. Глэнг ; под ред. Л. Майссела – Москва, "Советское радио", 1977. – 768 с.
12. Богданов, Е.А. Получение, свойства и области применения функциональных тонкопленочных оксидных покрытий : дис. ... канд. техн. наук : 05.16.06 / Е.А. Богданов. – Санкт-Петербург, 2017. – 370 л.
13. Чернозубов, Ю.С. Технология производства плат тонкопленочных гибридных ИМС // Технологии производства МЭИ. – 2002. – № 1. – С. 1.

14. Технология интегральной электроники : учеб. пособие по дисциплине «Конструирование и технология изделий интегральной электроники» / Под общ. ред. А.П. Достанко и Л.И. Гурского. – Минск: «Интегралполиграф», 2009. – 370 с.
15. Аваев Н.А. Основы микроэлектроники : учеб. пособие для вузов / Н.А. Аваев, Ю.Е. Наумов, В.Т. Фролкин. – М.: Радио и связь. 1991. – 288 с.
16. Курносое А.И. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем : учеб. пособие для вузов по специальности «Полупроводники и диэлектрики» и «Полупроводниковые приборы». / А.И. Курносое, В.В. Юдин – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш шк., 1986.– 368 с.
17. Лазарчик, М.В. Получение тонких пленок методом вакуумного лазерного испарения / М.В. Лазарчик ; науч. рук. А.Е. Жук // Новые материалы и технологии их обработки: сборник научных работ XVI Республиканской студенческой научно-технической конференции, 22 – 24 апреля 2015 года / Белорусский национальный технический университет, Механико-технологический факультет. – Минск : БНТУ, 2015. – С. 197.
18. Малышев, К.В. Методическое пособие «специальные технологические методы в нанотехнологии РЭС» / К.В. Малышев, Е.А. Скороходов, В.М. Башков ; Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. – Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 44 с.
19. TASC [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.tasc.infim.it/research/amd/file/school.pdf>. Дата доступа : 11.11.2019.
20. Нанотехнологии. Азбука для всех. / Под ред. Ю.Д. Третьякова. - М.: ФИЗМАТЛИТ. 2008 – 368 с.
21. Антоненко, С.В. Технология наноструктур : учеб. пособие. / Антоненко С.В. – М.: МИФИ, 2008. – 116 с.
22. Pulsed magnetron sputter technology / Schiller S., Goedicke K., Reschke J. et al. // Surf. and Coat. Technol., – 1993. – V.61. – P. 331-337.
23. Ensinger W. // Rev. Sci. Instrum. – 1992. – Vol. 63 (11). – P. 5217–5233.
24. Kaufman H.R., Robinson R.S., Seddon R.I. // J. Vac. Sci. Technol. – 1987. – Vol. A5 (4). – P. 2081–2084.
25. Свадковский, И.В. Ионно-плазменные методы формирования тонкопленочных покрытий. / Под ред. А.П. Достанко. – Мн.:Бестпринт, 2002. – 214 с.
26. Типы химической связи, Особенности материалов электрон. техники [Электрон. ресурс]: – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/309360/>. Дата доступа : 13.08.2019.

27. Ehiasarian A. P. High-power impulse magnetron sputtering and its applications // Pure and Applied Chemistry. – 2010. – Vol. 82. № 6. – P. 1247 – 1258.
28. Ehiasarian A. P., Wen J. G., Petrov I. Interface microstructure engineering by high power impulse magnetron sputtering for the enhancement of adhesion // Journal of Applied Physics. – 2007. – Vol. 101. – № 5.
29. Moeller. Оборудование для автоматизации [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://energobelarus.by/brands>. Дата доступа : 23.09.2019.
30. Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях: СанПиН 33. – Минск : Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2013. – 19 с.
31. Шум на рабочих местах и транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: СанПиН. №115 от 16.11.2011. – Минск : Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 2011. – 12 с.
32. Требования к производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий: СанПиН №132 от 26.12.2013. – Минск : Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 2013. – 25 с.
33. Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-153-2009. – Минск : Минскстройархитектура, 2010. – 104 с.
34. Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний: ТКП 339-2011. – Минск : Минэнерго, 2011 – 600 с.
35. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок: ТКП 427-2012. – Минск : Минэнерго, 2013 – 156 с.
36. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: ТКП 474-2013. – Минск : Промбытсервис, 2013. – 57 с.
37. Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.02-315-2018. – Минск : Минскстройархитектура, 2018. – 56 с.

38. Применение средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения, необходимые для эвакуации людей в случае возникновения пожара: ТКП 475-2013. – Минск : Промбытсервис, 2013 – 11 с.
39. Пожарная техника. Огнетушители. Требования к выбору и эксплуатации: ТКП 295-2011. – Минск : Промбытсервис, 2017 – 19 с.
40. Лапшинов, Б.А. Нанесение тонких пленок методом вакуумного термического испарения / Б.А. Лапшинов. – Москва – 2006. – 50с.
41. Котликов Е.Н. Равномерность толщины пленок, осажденных на вращающиеся подложки / Е.Н. Котликов [и др.] // Оптический журнал. – 2009. – Т. 76, – № 2. – С. 58–62.
42. Никитин, М.М. Технология и оборудование вакуумного напыления. / М.М. Никитин – М.: Металлургия, 1992.
43. Белов С.В. Безопасность производственных процессов : справочник / С.В. Белов [и др.]; под ред. С.В. Белова. – Москва: Машиностроение, 1985 – 488 с.
44. Институт промышленной безопасности, охраны труда и социального партнерства [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://www.safework.ru/prof_list/. Дата доступа : 23.10.2019.
45. Philips. Конфигуратор. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.idealvac.com>. Дата доступа : 18.10.2019.
46. CNC Technology. Электронные компоненты для точного производства [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://cnc-tehnologi.ru/shagovye-dvigateli/86hs156-5004151201172004>. Дата доступа : 18.10.2019.
47. Вакуумная установка ВУ700Д. Источник [Электрон. ресурс]: – Режим доступа: <http://www.szos.by/node/54>. Дата доступа : 13.08.2019.
48. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнология / А.И. Гусев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 416 с.