

Идентичные действия проводились с виртуальной частной сетью (рис. 4). Таким образом, при передаче скрытого трафика можно наблюдать рост амплитуды спектральных составляющих (рис. 4), что свидетельствует о наличии VoIP-трафика.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований был разработан метод обнаружения VoIP-трафика на основе спектрального анализа. В этом случае значительный рост амплитуды спектральных составляющих подтверждает наличие VoIP-трафика. В дальнейшем будут проведены сравнительные оценки данного метода с уже существующими.

Литература

1. Интернет-адрес: http://www.dianetcom.ru/info/articles/IPT_
2. Интернет-адрес: http://www.lessons-tva.info/edu/trainbus/1_1.html_
3. Интернет-адрес: http://www.ispras.ru/preprints/docs/prep_27_2014.pdf.
4. Интернет-адрес: <http://xgu.ru/wiki/PSTN>.
5. Интернет-адрес: http://www.lessons-tva.info/edu/trainbus/1_1.html_
6. Куроуз Дж., Росс К. Компьютерные сети: Нисходящий подход / Джеймс Куроуз, Кит Росс. – 6-е изд. – Москва: Издательство «Э», 2016. – 912 с.

ЦИФРОВОЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ ДАТЧИК ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ РЕАКТИВНОГО МАГНЕТРОННОГО НАНЕСЕНИЯ ПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

В. А. Шепшук

ВВЕДЕНИЕ

Реактивные магнетронные технологии позволяют получать покрытия с заданными свойствами [1–3]. Магнетрон распыляет металл в газовой среде. Свойства покрытия определяются соотношением металла и газа и для поддержания его содержания необходимо знать интенсивность спектральных элементов. Чтобы зарегистрировать излучение от плазмы, нужен очень чувствительный фотоприемник, потому что свечение плазмы имеет низкую интенсивность.

С помощью спектрометра можно посмотреть спектр плазмы и выделить необходимые линии металлов и молекулярные полосы газов. Зная их интенсивность мы можем добавить столько газа, сколько нужно, чтобы получить необходимое соотношение металла и газа – задающее

свойства покрытий. Однако спектрометр обладает высокой стоимостью, поэтому необходимо разработать более дешевую альтернативу ему.

Одни из самых высокочувствительных фотоприемников – это фотоэлектронные умножители, но у них есть ряд недостатков: для обеспечения рабочего режима требуется высоковольтный источник питания, фотоэлектронные умножители, как правило, больших размеров, при большой интенсивности света им необходимо некоторое время, чтобы вернуться в нормальный режим и они дорогие.

Также в приборах управления плазменными процессами применяются фотодиоды, но они имеют небольшие токи на выходе. Это требует применения усилителей с большим коэффициентом усиления, а чем больше коэффициент усиления, тем больше дрейф нуля и температурная зависимость. Кроме того, высококачественные микросхемы усилителя стоят дорого.

ЦИФРОВЫЕ ДАТЧИКИ ИНТЕНСИВНОСТИ

В последние годы появился ряд микросхем с микропроцессором внутри, в том числе и преобразователи интенсивности. Поэтому было принято решение проверить пригодность их для измерения интенсивности плазмы. Был проведен анализ более десятка современных МС преобразователей интенсивности в цифровой сигнал и выбраны две из них, наиболее подходящих и доступных: TSL2591 и BH1750. Внутри этих микросхем имеется микропроцессор, который следит за температурой, проводит внутреннюю калибровку, а также значительно улучшает данные датчика. Стоимость этих микросхем не превышает 4-х рублей, и они доступны в Республике Беларусь.

Датчики интенсивности BH1750 и TSL2591 были проверены на плазменном разряде. Для преобразования передаваемых данных из интерфейса I2C датчиков в UART, а также для отображения полученных данных на экране компьютера было применено готовое решение в виде платы Arduino.

Проведенные опыты на магнетронном разряде показали, что датчик TSL2591 вполне подходит для измерения слабого излучения плазмы, а чувствительности BH1750 оказалось не достаточно для качественного управления плазменными технологическими процессами.

ИНТЕРФЕЙС СВЯЗИ И МИКРОКОНТРОЛЛЕР

Для того, чтобы подключить датчик к персональному компьютеру, необходимо применить интерфейс связи. Мною была выбрана шина

CAN, т.к. она надежная и удовлетворяет высоким технологическим требованиям, таким как: высокая помехоустойчивость, надежность, скорость передачи.

Для того, чтобы подключить датчик к ПК по шине CAN, необходим микроконтроллер, способный работать с этой шиной. Был проведен анализ более десятка современных микроконтроллеров и выбран PIC18F26K80, так как он имеет встроенный модуль работы с интерфейсом CAN, который используется для связи блоков системы и управляющего компьютера, встроенный модуль работы с интерфейсом I2C для подключения микросхемы оптического датчика и достаточным быстродействием для обработки сигнала с микросхемы оптического датчика. А также данный микроконтроллер имеет небольшие размеры и дешевый.

В результате проведенной работы была разработана принципиальная схема цифрового спектрального датчика с интерфейсом CAN, которая представлена на рисунке 1 и изготовлена печатная плата, представленная на рисунке 2.

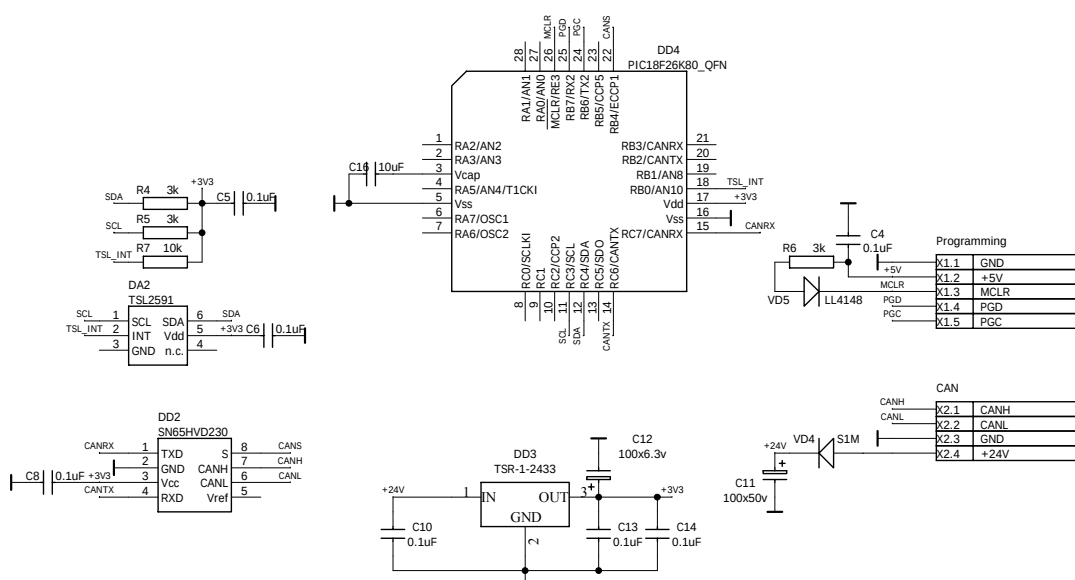


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема датчика

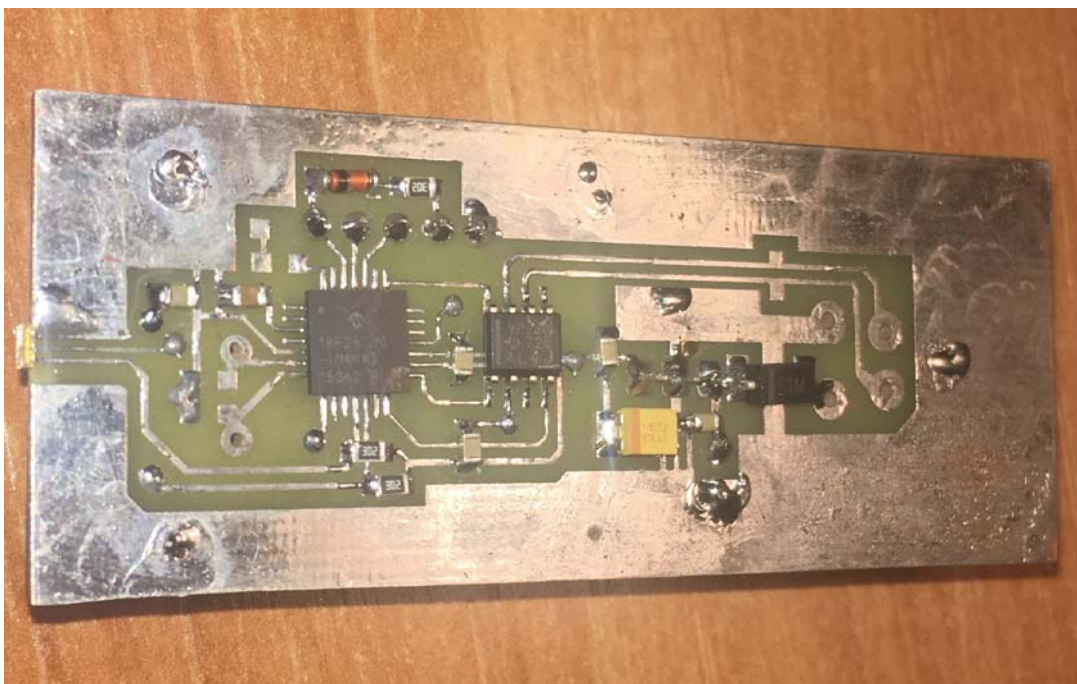


Рис. 2. Внешний вид платы цифрового спектрального датчика

Проверка работы цифрового спектрального датчика была проведена при выполнении процесса нанесения оксида титана на лабораторной вакуумной установке магнетронного распыления УРМ327. Для этого плата цифрового спектрального датчика была помещена в корпус со светофильтром и фокусирующей линзой.

Методика проверки заключалась в последовательном выполнении следующих операций с помощью управляющей программы ПК: откачка воздушной атмосферы из вакуумной камеры до давления порядка 10^{-3} Па, напуск аргона в вакуумную камеру и поддержание величины давления на постоянном уровне, равном 0,5 Па, путем управления расходом аргона, включение магнетронного разряда и напуск кислорода в вакуумную камеру, отслеживание интенсивности спектральных линий титана с помощью цифрового спектрального датчика и управление расходом кислорода, используя одноканальный алгоритм с целью нанесения пленки оксида титана постоянного химического состава. Отклонение (колебания) уровня сигнала цифрового спектрального датчика от требуемого значения при проведении процесса нанесения оксида титана не превышало 1%, что достаточно для получения качественных покрытий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный датчик построен на основе цифровой микросхемы регистрации интенсивности TSL2591, подключенной к микроконтроллеру PIC18F26K80, передающему сигнал интенсивности на интерфейс CAN.

Проведенные испытания показали хорошую пригодность разработанного датчика для управления реактивными магнетронными процессами. Используя датчик в составе системы оптического управления процессом осаждения получена высокая стабильность параметров разряда и, как следствие, воспроизводимость состава покрытий.

Литература

1. Берлин Е.В., Сейдман Л.А. Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии. Москва, Техносфера, 2010. 528 с.
2. Berg S., Larson T., Hender C., Blom H. Predicting thin film stoichiometry in reactive sputtering // J. Appl. Phys. 1988. Vol.63, N1. P. 887–891.
3. Бурмаков А.П., Зайков В.А., Лабуда А.А., Черный В.Е. Неустойчивость процесса реактивного магнетронного распыления // Журнал прикладной спектроскопии. 1996. Т. 63. № 6. С. 1049–1053.