

Клименко Н.Ю. Дифференциальные датчики видимого диапазона для атомно-силовой микроскопии. [Текст]/ О.В. Немченко, Н.Ю. Клименко // Пошук молодих.: матеріали Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції [“Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі”], (Херсон 24-25 квітня 2014р)/Укладачі: В.Д.Шарко - Херсон: ПП В.С.Вишемирський. - Випуск 13. 2014. – С. 53-54.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ ВИДИМОГО ДИАПАЗОНА ДЛЯ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Клименко Н., Немченко А.В.

Херсонский государственный университет

Атомно-силовая микроскопия, – один из признанных методов исследования наномира. Ее принципы детально описаны в литературе, например, в монографии В.Л. Миронова [1]. Одна из проблем, возникающих при разработке атомно-силового микроскопа – поиск подходящего позиционно чувствительного фотодатчика. С этой целью, ранее, нами были исследованы характеристики спаренных фототранзисторов из компьютерных "мышей" [2]. Эксперименты по освещению чувствительной области фототранзисторов узким лучом, полученным с помощью металлографического микроскопа, показали обнадеживающие результаты. К сожалению, оказалось, что спаренные фототранзисторы выпускаются только в темных корпусах, прозрачных в инфракрасном диапазоне, и совершенно не пропускающих излучение красных лазеров с длиной волны 630-650нм. Использование инфракрасных лазеров вызывает проблемы с юстировкой невидимого луча, и пока, на этапе отработки устройства, представляется нецелесообразным.

В процессе поиска, были испытаны одиночные фототранзисторы от вышедших из употребления 5,25" дисководов. По конструкции они представляют собой пластмассовые цилиндрики диаметром 3мм. На рабочем торце имеется полусферическая прозрачная линза, сквозь которую виден квадратный кристаллик чувствительного элемента. Два таких фототранзистора были установлены вплотную, рядом друг с другом, в расчете, что луч лазера, имеющий диаметр 2-3мм, будет освещать оба датчика одновременно, как показано на рис.1.

Перемещение лазерного луча относительно датчиков осуществлялось с помощью

микрометрической головки, с шагом 0,01 мм.

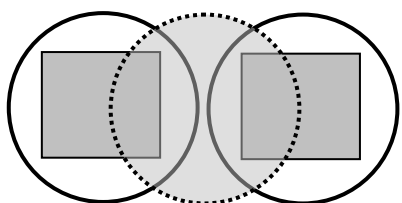


Рис.1. Взаимное положение фототранзисторов и луча света

Для регистрации сигнала была использована измерительная схема, показанная на рис.2. На коллекторы фототранзисторов VT1 и VT2 подавалось напряжение +15В. При освещении чувствительных элементов фототранзисторов, в их эмиттерах появляются фототоки. Эти токи поступают на входы операционного усилителя, включенного в режиме дифференциального преобразователя

ток – напряжение.

Выходное напряжение усилителя, $U_{\text{вых}}$, пропорционально разности входных токов $\Delta i_{\text{вх}}$:

$$U_{\text{вых}} = -2R\Delta i_{\text{вх}}$$

где $R=R_1=R_2=10\text{кОм}$ – сопротивления резисторов на схеме на рис.2.

В этих условиях, крутизна характеристики преобразования составляет 20В/мА, и может быть увеличена, по меньшей мере, в 10 раз, простым увеличением сопротивлений R_1 и R_2 до 100кОм. При одинаковых фототоках выходное напряжение равняется нулю.

Питание усилителя напряжением $\pm 15В$ осуществлялось от двух последовательно соединенных стабилизированных источников Б5-44. Средняя точка соединения источников служила общим проводом для всей схемы. Выходное напряжение измерялось цифровым вольтметром Ц4323А.

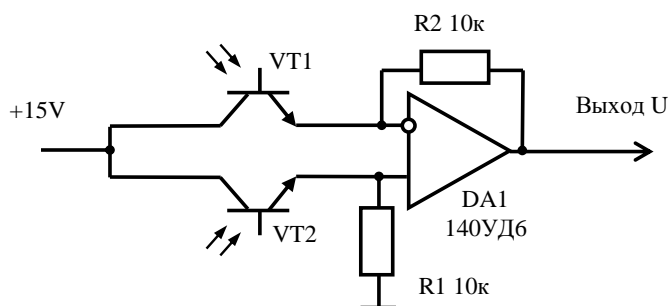


Рис.2. Схема дифференциального усилителя фототоков

Результаты измерений показаны на рис.3. Ряд 1, на этом графике, соответствует двум одинарным фототранзисторам, освещаемым лазерным лучом. Ряд 2, приведенный для сравнения, получен при освещении спаренных в одном корпусе фототранзисторов лучом металлографического микроскопа [2]. Лампа накаливания микроскопа дает не только видимое, но и инфракрасное излучение, что позволило исследовать датчики в темных корпусах. Обращает на себя внимание значительно большая крутизна характеристики ряда 1, составляющая 122В/мм, против 15В/мм для ряда 2. Это объясняется значительно большей яркостью прямого лазерного луча, по сравнению со светом лампы микроскопа, прошедшим через ряд оптических элементов, включая диафрагмы и объектив малого диаметра. Осветительная система микроскопа регулируется так, чтобы свет, отраженный от исследуемого объекта не слепил глаза наблюдателя. В то же время, свет лазерной указки считается недопустимым направлять в глаза, именно из-за его большой яркости.

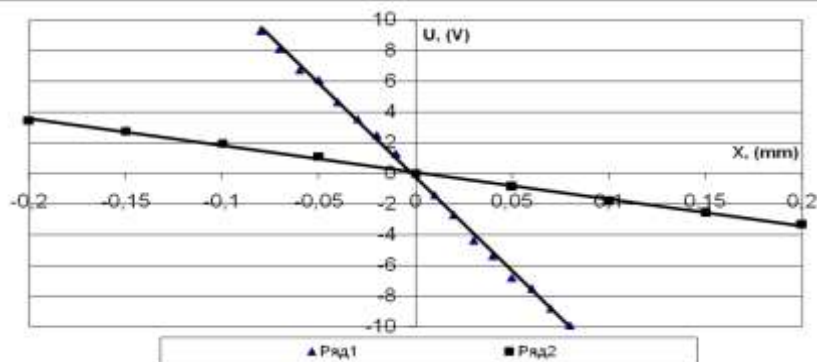


Рис.3. Зависимость выходного напряжения фотодатчиков от координаты падающего луча. Ряд 1 – два отдельных фототранзистора, освещаемых лазером. Ряд 2 – спаренный фототранзистор, освещаемый лампой накаливания микроскопа.

Полученные результаты подтверждают возможность применения отдельных фототранзисторов для регистрации положения лазерного луча в атомно-силовых микроскопах.

Література:

1. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии [Текст]: учебное пособие / В.Л. Миронов. – М.: Техносфера, 2004. – 110 с.

Позиционно чувствительные фотодатчики для атомно-силовой микроскопии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://srw.kspu.edu/?p=870>