

UDC 621.396 : 621.375

DIRECT MEASURING PHASE METHOD OF SMALL DISTANCES MEASUREMENT BY THE OPTOELECTRONIC SENSOR IN DYNAMIC CONDITIONS

Ya. I. Lepikh, V. I. Santoniy, V. V. Janko, L. M. Budiyanska, I. O. Ivanchenko

Interdepartmental scientific-educational physico-technical centre of MES and HAS of Ukraine, The
Odessa I. I. Mechnikov National University
E-mail: ndl_lepikh@onu.edu.ua

Summary

Statement of a task

The work is devoted to development and researches of a method the small distances precision contactless measurement for creation of the optoelectronic sensor working in dynamic conditions.

Technique of researches

At realization of calculations the computer facilities and the software of a high level is used, physical and computer methods with a mathematical equipment are used.

For precision remote measurements on short routes the advantage is given to optical-location systems with continuous radiation in which time measurements carried out by an indirect method, by use of phase relationship of the direct and reflected beam.

For measurement of small distances in dynamic conditions the modified method of location measurements which allows to improve the operative signal processing in a wide dynamic range and to expand the opportunities of known optical methods of ranging is developed. The functioning algorithm and the block diagram direct measuring phase method of distance measurement is developed, conditions for phase difference measurement on low intermediate frequency which provide high accuracy of measurements are created.

Discussions of results

Increase of small distances measurements accuracy is connected to reduction of probing pulses duration and increase of radiation capacity. To achieve the given level of accuracy it is possible in megacycle frequency range which forms high requirements to quick-action of the sensor optoelectronic block elements. Use of *pin*-structures has allowed to reduce photo diodes time constant up to several nanoseconds, that is equivalent to passband width of the order of gigahertz with simultaneous reduction of initial capacity. The choice of a photodetector is determined by its spectral sensitivity and an opportunity simultaneously with the optical system to solve tasks of an optimum spectral filtration at signal extraction on a background of nuisance. Capacity of a laser radiator is regulated by necessity of influence of object surface reflecting properties elimination.

Conclusions

The carried out calculation for the minimal measured distance of 0,3 m and the appropriate measurement accuracy has shown, that absolute dynamic accuracy of measurement of in-line distance in all range of distances will be not worse than 3 mm.

Keywords: optical location, opto-electronic sensor, phase method, distance

УДК 621.396: 621.375

ПРЯМОВІДЛКОВИЙ ФАЗОВИЙ МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ МАЛИХ ДИСТАНЦІЙ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИМ СЕНСОРОМ У ДИНАМІЧНИХ УМОВАХ

Я. І. Лепіх, В. І. Сантоній, В. В. Янко, Л. М. Будіянська, І. О. Іванченко

Міжвідомчий науково-навчальний фізико-технічний центр МОН і НАН України,
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
E-mail: ndl_lepikh@onu.edu.ua

Реферат

Постановка задачі

Робота присвячена розробці і дослідженням методу високоточного безконтактного вимірювання малих відстаней для створення оптико-електронного сенсора, що працює в динамічних умовах.

Методика досліджень

При проведенні розрахунків використана обчислювальна техніка та програмне забезпечення високого рівня, використані фізичні та комп'ютерні методи з математичним забезпеченням.

Для високоточних дистанційних вимірювань на коротких трасах перевага віддається оптико-локаційним системам з безперервним випромінюванням, в яких вимірювання часу проводиться непрямим методом, шляхом використання фазових співвідношень прямого та відбитого променя.

Для вимірювання малих дистанцій у динамічних умовах розроблено модифікований метод локаційних вимірювань, що дозволяє покращити оперативну обробку сигналу у широкому динамічному діапазоні та розширити можливості відомих оптичних методів дальнометрії. Розроблено алгоритм функціонування та структурну схему прямовідлікового фазового методу вимірювання дальності, створено умови для вимірювання різниці фаз на низькій проміжній частоті, що забезпечують високу точність вимірювань.

Обговорення результатів

Підвищення точності вимірювань малих дистанцій пов'язано із зменшенням тривалості зондуючих імпульсів та підвищенням потужності випромінювання. Досягнення даного рівня точності можливо у мегагерцовому частотному діапазоні, що формує високі вимоги до швидкодії елементів оптико-електронного блоку сенсора. Використання *pin*-структур дозволило скоротити постійну часу фотодіодів до декількох наносекунд, що еквівалентно ширині смуги пропускання порядку гігагерц з одночасним зменшенням вихідної ємності. Вибір фотоприймача визначено його спектральною чутливістю та можливістю спільно з оптичною системою вирішувати задачі оптимальної спектральної фільтрації при виділенні сигналів на фоні завад. Потужність лазерного випромінювача регламентується необхідністю виключення впливу відбивальних властивостей поверхні об'єкта.

Висновки

Проведений розрахунок для мінімальної вимірюваної дистанції 0,3 м і відповідній точності вимірювання показав, що абсолютна динамічна точність вимірювання поточної відстані у всьому діапазоні дистанцій буде не гіршою 3 мм.

Ключові слова: оптична локація, оптико-електронний сенсор, фазовий метод, дистанція

PACS: 73.20.At, 73.40.Qv.

**ABOUT PERFORMANCE LINEARITY OF THE ENVIRONMENT GAS HUMIDITY
CAPACITIVE SENSORS BASED ON SILICON MOS STRUCTURES WITH A
NANODIMENSIONAL SILICON OXIDE**

P. P. Fastykovsky, M. A. Glauberman

Mechnikov National University of Odessa. Training, Scientific and Production Centre

Summary

The purpose of this work is to establish the reason for the performance linearity of the environment gas humidity capacitive sensors, based on silicon MOS structures with a nanodimensional silicon oxide being in depletion or weak inversion modes. Sensor's samples to be studied were made on the base of humidity sensitive Mo-SiO₂-NN⁺Si(111) structures with a donor concentration of $N_d = 2 \cdot 10^{21} \text{ m}^{-3}$ in the N-type silicon layer. An oxide with a thickness of $\sim 5 \text{ nm}$ was formed by oxidation of the initial silicon epitaxial wafer in air. The capacitance of the samples was measured using a commercial alternating – current bridge at a frequency of 1MHz. During the course of studies, the samples were located in a laboratory humidity chamber, in which it was possible to vary the relative air humidity from 10 to 100 %. Based on the analytically established connection between the measured capacity and the structure parameters, as well as the connection between these parameters and the relative environmental gas humidity, the experimentally observed performance linearity is theoretically grounded. The obtained expression for the performance calculation adequately describes the experimental dependences. It is demonstrated that the performance linearity is caused by the linearity of the structure's surface potential change on humidity, while the linearity of the surface potential change is determined by both, the structure parameters and the linearity of the change in surface states density, induced by water molecules near the silicon – oxide interface.

Keywords: humidity sensor, performance, linearity, capacitance, MOS structure

УДК: 621.317.39.084.2

**ПРО ЛІНІЙНІСТЬ РОБОЧОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЄМНІСНИХ СЕНСОРІВ
ВОЛОГОСТІ ГАЗОВИХ СЕРЕДОВИЩ НА ОСНОВІ КРЕМНІЄВИХ МОН –
СТРУКТУР З НАНОРОЗМІРНИМ ОКСИДНИМ ШАРОМ**

П. П. Фастиковський, М. А. Глауберман

Навчально-науково-виробничий центр Одеського національного університету
імені І. І. Мечникова

Реферат

Метою роботи є встановлення причини лінійності робочої характеристики ємнісних сенсорів вологості газових середовищ на основі кремнієвих МОН – структур з нанорозмірним оксидним шаром, що знаходяться у режимах збіднення або слабкої інверсії. Зразки сенсорів для досліджень виготовлялись на основі вологочутливих структур Mo-SiO₂-NN⁺Si(111) з кон-

центрацією донорів у N - шарі кремнію $N_d = 2 \cdot 10^{21} \text{ м}^{-3}$. Оксид завтовшки ~ 5 нм створювався окисненням початкової кремнієвої епітаксильної пластини на повітрі. Вимір ємності зразків виконувався за допомогою високочастотного промислового моста змінного струму на частоті 1 МГц. При проведенні досліджень структури розміщувалися в лабораторній камері вологості, в якій можна було міняти відносну вологість повітря від 10 до 100 %. На основі встановлення аналітичного зв'язку між вимірюваною ємністю і параметрами структури та зв'язку між цими параметрами і відотною вологістю газового середовища спостережувана експериментально лінійність робочої характеристики обґрунтована теоретично. Отриманий вираз для розрахунку робочої характеристики адекватно описує експериментальні залежності. Показано, що лінійність робочої характеристики обумовлена лінійністю зміни поверхневого потенціалу структури від вологості, а лінійність зміни поверхневого потенціалу визначається параметрами структури та лінійністю зміни щільності поверхневих станів, індукованих молекулами води поблизу межі розділу кремній – оксид.

Ключові слова: сенсор вологості, робоча характеристика, лінійність, ємність, МОН – структура