УДК 539.394

ВПЛИВ МАТЕРІАЛУ ПРИЗМИ ППР-СЕНСОРА НА ТЕМПЕРАТУРНУ СТАБІЛЬНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТУ ВИМІРЮВАННЯ

[1)]Дорожинська Г. В., [2)]Качур Н. В., [2)]Дорожинський Г. В., [2)]Вовк В. В., [2)]Маслов В. П.
[1)]Національний технічний університет України «Київський політехнічний інституту імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна
[2)]Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, Київ, Україна
E-mail: gvdorozinsky@ukr.net

Одним з напрямків вдосконалення сенсорів на основі явища поверхневого плазмонного резонансу (ППР) [1] є застосування призм зі скла типу крон з низьким значенням показника заломлення (ПЗ) (n_D < 1,6) та збудження поверхневих плазмонів випромінюванням інфрачервоного (ІЧ) діапазону довжин хвиль. Це дозволяє збільшити чутливість сенсора при дослідженні рідинних середовищ [2, 3]. При цьому не встановлено вплив матеріалу призми на результат вимірювання ПЗ, пов'язаний із температурними змінами. Такі дослідження є актуальними, оскільки сенсор чутливий до змін температури досліджуваного середовища, особливо в ІЧ області [4].

В нашій роботі були досліджені в ІЧ області спектра (980…1550 нм) такі матеріали для призм: CaF_2 (n_D=1,4339), N-FK51A (n_D=1,4865), N-BK7 (n_D=1,5167), склокераміки Zerodur (n_D=1,5423) і для порівняння флінти N-SF2 (n_D=1,6475) й N-SF11 (n_D=1,7845). За величиною коефіцієнта температурного зсуву мінімуму характеристики відбиття ППР визначали температурний вплив на результат вимірювання в діапазоні від 20°C до 70°C, що відповідає робочому температурному діапазону більшості рефрактометрів та комерційних ППР-сенсорів. Чисельне моделювання для визначення впливу ПЗ призм на резонансні характеристики ППР-сенсора та зміни температури як сенсора і досліджуваного середовища проводилося в середовищі MathCad з використанням алгоритму [5] на основі формул Френеля і математичного формалізму матриць розсіювання Джонса. При моделюванні враховували не тільки дисперсію температурних коефіцієнтів показників заломлення, а також температурний дрейф довжини хвилі випромінювання напівпровідникового лазера ППР-сенсора, який становив 0,15 нм/К. Розраховували коефіцієнт температурного зсуву мінімуму характеристики відбиття для досліджуваних матеріалів як відношення величини кутового зсуву $\Delta\theta$ до відповідної зміни температури ΔT, що спричинила цей зсув. Результати дослідження показали, що для всіх матеріалів, незалежно від величини ПЗ, температурний вплив спадає з ростом довжини хвилі випромінювання. При цьому для матеріалу з меншим ПЗ (CaF_2) температурний коефіцієнт був у 2 рази більший, ніж для флінтового скла (N-SF11) і при переході від флінтів до кронів спостерігається стрибок температурної чутливості, що пов'язано зі зміною хімічного складу цих типів оптичного скла (Рис.1).

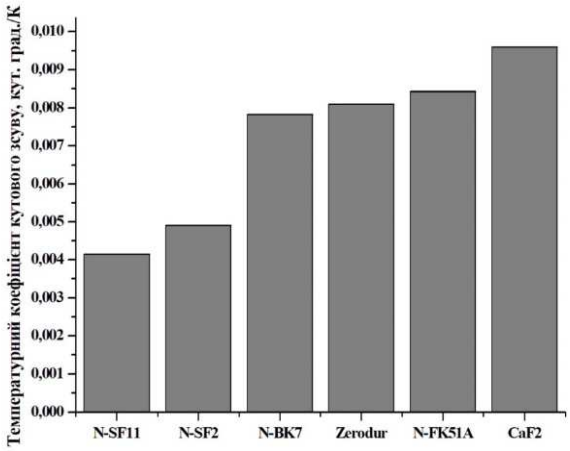

Рис. 1. Гістограма температурного коефіцієнту кутового зсуву мінімуму характеристики відбиття для різних оптичних матеріалів призм для λ = 1550 нм [6]

Також було встановлено, що збільшення довжини хвилі випромінювання підвищило температурну стабільність, оскільки при цьому зменшувалось значення температурного коефіцієнту кутового зсуву щонайменше на 10%. Результати дослідження можуть бути використані для розробки нових ППР-сенсорів, так і для оптимізації режимів роботи існуючих.

Ключові слова: випромінювання, сенсор, чисельне моделювання.

Література

[1] И. Д. Войтович и С. Г. Корсунский, *Сенсоры на основе плазмонного резонанса: принципы, технологии, применения. Монография.* Київ, Україна: Сталь, 2011.

[2] K. Brahmachari and M. Ray, «Effect of prism material on design of surface plasmon resonance sensor by admittance loci method», *Front. Optoelectron*, vol. 6, pp.185-193, 2013.

[3] Ю. В. Ушенін, А. В. Самойлов, Р. В. Христосенко, «Увеличение чувствительности сенсоров изменения показателя преломления среды на основе поверхностного плазмонного резонанса», *Технология и конструирование в электронной аппаратуре*, № 1-2, с. 12-14, 2011.

[4] H. V. Dorozinska, T. A. Turu, O. M. Markina, G. V. Dorozinsky, V. P. Maslov, «Influence of Temperature on the Measuring Accuracy of Devices Based on Surface Plasmon Resonance Phenomenon», *Modern Instrumentation*, vol. 7, pp.1-10, 2018.

[5] Р. Аззам и Н. Башара, *Эллипсометрия и поляризованный свет. Монография.* Москва, СССР: Мир, 1981.

[6] Г. В. Дорожинська, В. П. Соболь, В. В. Вовк, Г. М. Андросюк, В. П. Маслов, Н. В. Качур, Г. В. Дорожинський. «Вплив матеріалу призми на чутливість ППР-сенсорів», *Оптоэлектроника и полупроводниковая техника*, № 55, с. 179-185, 2020.