

АКУСТОЕЛЕКТРОННІ СЕНСОРИ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН НА ПОВЕРХНЕВИХ АКУСТИЧНИХ ХВИЛЯХ

¹Лепіх Я.І., ²Мачулін В.Ф. ²Оліх Я.М.

¹Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, e-mail:

ndl_lepikh@onu.edu.ua

²Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова НАНУ

Одним із основних функціональних і конструктивних елементів акустoeлектронних пристроїв є перетворювач сигналів. Цей факт дає підстави вважати акустoeлектроніку великою мірою спорідненим до сенсоріки науково-технічним напрямом і досліджувати можливість використання досягнень акустoeлектроніки для створення досконалих сенсорів різного призначення.

Принцип дії акустoeлектронних сенсорів базується на термодинамічному взаємозв'язку електричних, магнітних, теплових та інших параметрів середовища, в якому поширюються акустичні хвилі і можливостями керування електрофізичними параметрами середовища, в якому поширюються акустичні хвилі, і, відповідно, характеристиками акустичних хвиль шляхом прикладання зовнішньої дії фізичної чи хімічної природи: теплової, електричної, магнітної, механічної чи іншої.

Особливо підходящим для цих цілей є використання таких фізичних явищ, що виникають при поширенні поверхневих акустичних хвиль (ПАХ).

Фундаментальними факторами, які визначають достоїнства акустoeлектронних пристроїв на ПАХ, в тому числі сенсорів, і переваги над аналогами, що побудовані на інших фізичних принципах, зокрема, є:

- швидкість поширення акустичних хвиль, яка на 10^5 менше швидкості поширення електромагнітних хвиль;
- доступність ПАХ для впливу (дії) на них на шляху їх поширення по поверхні твердого тіла;

Перший фактор дозволяє підвищити інформаційну щільність пристроїв на п'ять порядків, оскільки носієм інформації є ПАХ.

Другий - дозволяє здійснити тим чи іншим способом вплив на ПАХ у відповідності з заданою функцією чи програмою і отримати адекватну реакцію у параметрах вихідного сигналу, до того ж у режимі on-line.

Виходячи з основних фізичних принципів класична структура акустoeлектронного сенсора на ПАХ не відрізняється від структури пристроїв на ПАХ радіoeлектронного чи радіотехнічного призначення, що також є суттєвим позитивним моментом, оскільки дає можливість в перспективі реалізацію функціональної чи схемотехнічної інтеграції сенсора і схем обробки сигналу в одній гібридній мікросхемі, а також спряження з мікропроцесором чи ЕОМ. Вона являє собою планарну структуру - підкладку-звукопровід із п'єзоелектричного матеріалу з нанесеною на робочу поверхню одним (резонаторна структура) або двома (лінія затримки чи фільтр) зустрічно-штирьовими перетворювачами, розташованими на певній відстані один від одного.

Розроблені на даний час перетворювачі ПАХ з позицій сенсоріки за принципами дії можна розділити на три основні групи: з біжучою хвилею, зі стоячою хвилею, зі складанням декількох ПАХ.

За функціональним призначенням сенсори фізичних величин, як і сенсори, що побудовані на інших фізичних принципах, діляться на сенсори таких типів: тиску, зусилля, лінійних переміщень, кутових переміщень, температури тощо.

На прикладах сенсорів різного функціонального призначення у доповіді розглядаються основні перспективні принципи їх побудови, головним чином з використанням ПАХ Релея, а також математичні моделі, що використовуються при їх проектуванні.

Даються оцінки п'єзоелектричним матеріалам, що можуть бути використаними у сенсорах, і рекомендації по їх вибору.

Описані основні конструктивно-технологічні та схемно-технічні рішення де-яких сенсорів на ПАХ і пропонуються шляхи їх уніфікації. Особливо наголошується на рішеннях, що не вимагають застосування для виготовлення сенсорів високих (критичних) технологій.

Наводяться числові порівняльні і граничні дані по характеристиках сенсорів тиску, переміщень, температури, досягнутих на даний час.

Зазначається зокрема, що за метеорологічними характеристиками технічні вимоги до сенсорів на даний час наблизились до граничних значень. Наприклад, для сенсорів тиску, які є найбільш потрібні на ринку, діапазон вимірювальних тисків рідин і газів обмежується фізичними умовами їх існування і становить від 10^{-10} до 10^{10} Па. А діапазон вимірюваних сенсорами температур середовищ простирається від криогенних до значень в рідиннометалічних контурах ядерноенергетичних агрегатів. Вимоги ж по точності вимірювань в залежності від вимірюваних величин, наприклад, тиску становить від 0,05% до 5,0% для тиску в діапазоні 10^{-4} - 10^6 Па і 1 - 10% в області вакуумних систем високих тисків. При цьому у багатьох випадках ставляться підвищені вимоги по експлуатаційних характеристиках - радіаційна стійкість, пожежно-вибухобезпека, розширений діапазон робочих температур, довготривала стабільність характеристик і надійність тощо.

За комплексом технічних і експлуатаційних вимог найбільш перспективними вважаються акустoeлектронні сенсори на ПАХ.