



УКРАЇНА

(19) UA (11) 36952 (13) A

(51) 6 G01J5/00, G01K11/26

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ РЕЄСТРАЦІЇ ТЕПЛОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

(21) 2000021201

(22) 29.02.2000

(24) 16.04.2001

(33) UA

(46) 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001 р.

(72) Заворотний Віктор Федорович, Богдан Олександр Володимирович, Якименко Юрій Іванович

(73) Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"

(57) Спосіб реєстрації теплового випромінювання, в якому діють випромінюванням на п'єзоелектрич-

ний зразок, збуджують резонансні електромеханічні коливання зразка або коливання в діапазоні часто між частотами затиснення нижчої і вищої мод електромеханічних коливань зразка, реєструють амплітуду електричного відгуку на гранях п'єзоелектричного зразка, який відрізняється тим, що випромінюванням діють по чергово на перший і другий ідентичні п'єзоелектричні зразки, знімають сигнали з цих зразків і по різниці цих сигналів судять про випромінювання.

Винахід належить до вимірювальної техніки і може бути використаний в засобах вимірювання теплових потоків, пірометрах і т.д.

Відомі способи реєстрації теплового випромінювання шляхом амплітудного модулювання теплового потоку, дією ним на зразок у вигляді пластини, диска і т.п. із піроелектричного матеріалу і реєстрації відгуку на зміну температури зразка. Електричний відгук на зміну температури зразка має місце у широкому діапазоні частот, практично від 10^{-2} до 10^6 Гц, не дивлячись на те, що корисний сигнал має визначену частоту, відповідну до частоти модуляції. При цьому такі перешкоди, як флуктуації температури навколишнього середовища, викликають електричний сигнал, близький по амплітуді до корисного сигналу при малих теплових потоках ($\sim 10^{-5}$ Вт/мм²). Недоліком такого способу є необхідність стабілізації температури навколишнього середовища, частотна фільтрація корисного сигналу або синхронне детектування за допомогою електронних схем, мале співвідношення сигнал/шум.

Відомий спосіб вимірювання теплового потоку, в якому діють випромінюванням на п'єзоелектричну пластину, в котрій електрично збуджують резонансні поверхневі акустичні хвилі, вимірюють параметри коливань (частоту), за якими судять про випромінювання. В цьому способі використовується температурна залежність частоти електрично збуджуваних коливань поверхневих акустичних хвиль. При цьому зміна температури зразка, відповідна стану досліджуваного середовища, лінійно в широкому діапазоні частот перетворюється в зміну частоти власних резонансних електромагнітних коливань зразка [Патент Великобританії №

2019567, G01K 11/26, 1979]. Недоліком відомого технічного рішення є невисока чутливість і низька перешкодостійкість, зокрема, при малих теплових потоках, коли флуктуації температури навколишнього середовища близькі до амплітуди корисного сигналу.

Відомий спосіб реєстрації теплового випромінювання, в якому модулюють амплітуду випромінювання, діють випромінюванням на п'єзоелектричний зразок, збуджують коливання на одній із частот електромеханічного резонансу зразка або в діапазоні частот між затисненням нижчої і вищої мод електромеханічних коливань зразка, і вимірюють амплітуду електричного відгуку на гранях п'єзоелектричного зразка, по котрій судять про випромінювання [Заявка на патент України № 97125912 від 9.12.97]. Під дією теплового випромінювання, амплітудне модульованого в діапазоні частот від вищої до нижчої моди, в зразку внаслідок термічного розширення виникають товщинні деформації (деформації, паралельні площині заряду, затиснуті силами інерції), і внаслідок прямого п'єзоелектричного ефекту вони викликають електричний відгук, пропорційний тепловій дії. Недоліком цього способу є недостатня чутливість при малих теплових потоках, складність модуляції пітоку на високих частотах.

В основу винаходу поставлено задачу створити такий спосіб реєстрації теплового потоку, в якому, діючи по черзі тепловим випромінюванням на перший і другий ідентичні п'єзоелектричні зразки на частоті електромеханічного резонансу або в діапазоні частот між частотами затиснення нижчої і вищої мод електромеханічних коливань зразка, забезпечити високу чутливість і відношення сиг-

нал/шум при малих теплових потоках.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі реєстрації теплового випромінювання, в якому діють випромінювання на п'єзоелектричний зразок, збуджують резонансні електромеханічні коливання зразка або коливання в діапазоні частот між частотами затиснення нижчої і вищої мод електромеханічних коливань зразка, реєструють амплітуду електричного відгуку на гранях п'єзоелектричного зразка, новим є те, що випромінювання діють по черзі на перший і другий ідентичні п'єзоелектричні зразки, знімають сигнали з цих зразків і по різниці цих сигналів судять про випромінювання.

За рахунок почергового переключення теплового випромінювання збуджує електромеханічні коливання першого і другого зразків у протифазі. При цьому вдвічі збільшується корисний сигнал, а власний шум зразків, оскільки має некогерентну природу, зменшується у $\sqrt{2}$ раз за рахунок паралельного включення двох ідентичних зразків. До того ж, всі синфазні перешкоди, наприклад, електромагнітні наводки від мережі 50 Гц, акустичні коливання і вібрації, за рахунок диференційної обробки сигналів від двох зразків взаємно компенсуються і не погіршують відношення сигнал/шум. Таким чином, при підвищенні чутливості вдвічі, відношення сигнал/шум покращується не менше ніж у $2\sqrt{2}$ рази.

На Фіг. зображено схему пристрою, котрий реалізує спосіб, що пропонується. Пристрій містить перший (1) і другий (2) зразки, п'єзоелектричний дефлектор (3), диференційний підсилювач (4).

Спосіб здійснюється таким чином:

Беруть два п'єзоелектричні зразки 1,2 у вигляді пластин, дисків, плівок і т.п., переключують тепловий потік, що реєструють з частотою в діапазоні між нижчою і вищою електромеханічними модами зразків, наприклад за допомогою п'єзоелектричного дефлектора 3, і по черзі діють ним на зразки 1,2. Реєструють різницю електричних відгуків на гранях зразків, наприклад, за допомогою диференційного підсилювача 4 і реєструючого приладу. Електроди на зразок наносять таким чином, щоб в напрямку, перпендикулярному площині електродів, добуток п'єзоелектричного модуля матеріалу на коефіцієнт термічного розширення був макси-

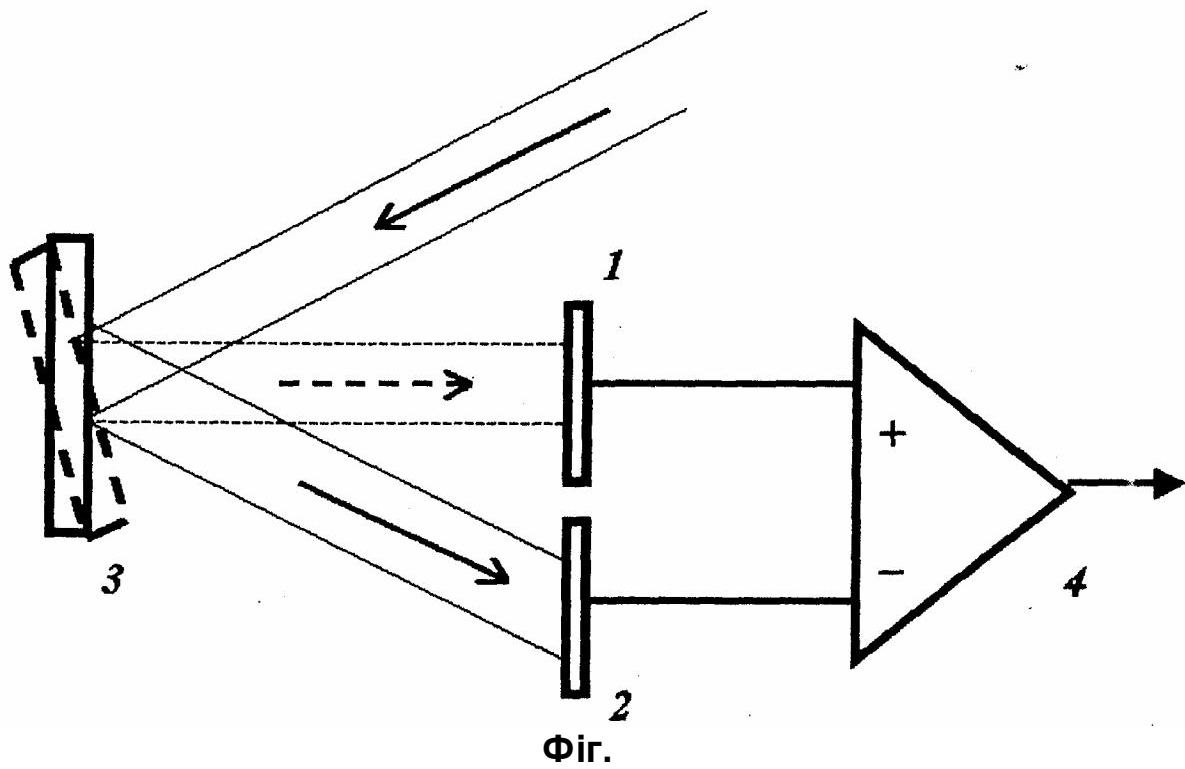
мальним.

Оскільки теплове випромінювання діє на зразки по черзі, то електричні відгуки на двох зразках знаходяться у протифазі один до одного. Після диференційної обробки сигналів корисні сигнали, пропорційні тепловому випромінюванню, додаються, а сигнали синфазних перешкод віднімаються. Шум від некогерентних власних шумів п'єзоелектричних зразків зменшується в $\sqrt{2}$ раз за рахунок паралельного включення двох зразків. Оскільки електричний відгук на теплову дію має місце тільки у визначеному діапазоні частот, то низькочастотні теплові перешкоди, викликані нестабільністю температури фігури зразків і навколишнього середовища, не проникають в електричний тракт і немає необхідності у подальшій фільтрації сигналу. При перемиканні теплового потоку з частотою, яка збігається з електромеханічним резонансом зразків, виникає резонансний електричний відгук, амплітуда якого багатократно перевищує відгук віддалік від резонансу за рахунок високої добротності п'єзоелектричного резонатора. Як чутливі елементи можна використовувати матеріал із широкого класу п'єзоелектричних матеріалів.

Приклад конкретного виконання винаходу:

Беруть два п'єзоелектричні зразки 1 і 2 у вигляді дисків із співвідношенням товщини до діаметра 1:100 і частотами п'єзоелектричного резонансу товщинних коливань 1 мГц і радіальних коливань 10 кГц. Тепловий потік, що реєструють, перемикають за допомогою п'єзоелектричного дефлектора 3 на частоті 10 Гц і почергово діють ним на зразок. За допомогою диференційного підсилювача 4 віднімають сигнал другого зразка від сигналу першого і реєструють електричний сигнал на виході диференційного підсилювача реєструючим приладом (наприклад вольтметром змінного струму).

Для отримання максимального відгуку на теплову дію при виготовленні п'єзоелектричних зразків матеріал для них необхідно підбирати таким чином, щоб добуток коефіцієнту термічного розширення на п'єзоелектричний модуль і напрямку інерційно затиснутих коливань (в розглянутому прикладі - перпендикулярно площині диска) був максимальним.



ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22