

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ (12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **3924**
(13) **U**
(46) **2007.10.30**
(51) МПК (2006)
G 10K 11/00

(54)

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 20060865

(22) 2006.12.22

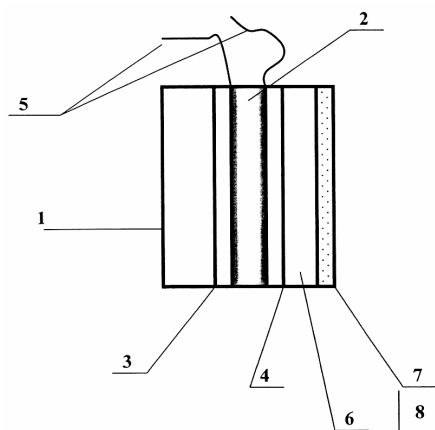
(71) Заявители: Учреждение образования "Гомельский государственный медицинский университет"; Государственное научное учреждение "Институт физики имени Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси" (ВУ)

(72) Авторы: Краморева Лариса Ивановна; Белый Владимир Николаевич; Хило Николай Анатольевич (ВУ)

(73) Патентообладатели: Учреждение образования "Гомельский государственный медицинский университет"; Государственное научное учреждение "Институт физики имени Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси" (ВУ)

(57)

Ультразвуковой преобразователь, включающий демпфер, пьезоэлемент в виде диска с плоскими тыльной и излучающей поверхностями и согласующих слоев, на тыльную поверхность пьезоэлемента нанесен активный электрод, к которому припаяны токопроводы, поверх активного электрода прикреплен демпфер; на излучающую поверхность пьезоэлемента нанесен заземляющий электрод в виде тонкого токопроводящего диска, к которому припаян один токопровод, после заземляющего электрода нанесены согласующие слои и токопроводы заземляющего и активного электродов через передатчик/приемник присоединены к генератору высокочастотных электрических сигналов, **отличающийся** тем, что демпфер выбран оптически прозрачным, пьезоэлемент изготовлен в виде тонкопленочного диска из фото-пьезополупроводникового материала, активный электрод выполнен в виде оптически прозрачного токопроводящего диска, к активному электроду прикреплен один токопровод, за согласующими слоями размещен резонансный ультразвуковой отражатель, приемник/передатчик и генератор высокочастотных электрических сигналов - одноканальные.



Фиг. 1

(56)

1. Ultrasonic nondiffracting transducer: pat. 5,081,995 US, Int. Cl. A 61B 8/00, U.S. Cl. 128/662.03; 310/369/ Lu; Jian-yu (Rochester, MN); Greenleaf; James F. (Rochester, MN); Mayo Foundation for Medical Education and Research (Rochester, MN); - Appl. No.: 471,457; Jan. 29, 1990; Jan. 21, 1992; // Патенты из Интернета \United States Patent 5081995.htm (прототип).

Полезная модель относится к физике, а именно к акустике и ультразвуковой диагностике, и может быть использована для генерации ультразвуковых волн.

Известен пьезоэлектрический ультразвуковой преобразователь, состоящий из демпфера, пьезоэлемента в виде пьезокерамического диска толщиной 0,6 мм, диаметром 50 мм, с плоскими излучающей и тыльной поверхностями и согласующих слоев. На излучающую поверхность пьезоэлемента нанесен заземляющий электрод в виде тонкого токопроводящего диска, на тыльную поверхность пьезоэлемента нанесен активный электрод в виде набора девяти концентрических колец, в центре которых находится дисковый сегмент диаметром 1,9 мм. Дисковый сегмент и каждое кольцо отделены друг от друга 0,2 мм слоем диэлектрика. К заземляющему электроду припаян один токопровод, к активному электроду припаяно десять токопроводов, которые через многоканальный передатчик/приемник, осуществляющий управление амплитудой и фазой электрического/ультразвукового сигнала, присоединены к многоканальному генератору высокочастотных электрических сигналов. На излучающую поверхность пьезоэлемента после заземляющего электрода нанесены согласующие слои, а на тыльную поверхность, поверх активного электрода, прикреплен демпфер.

По системе токопроводов от многоканального генератора высокочастотных электрических сигналов через многоканальный передатчик/приемник на заземляющий и активный электроды подают синхронизированные электрические сигналы, которые преобразуют пьезоэлементом в ультразвуковую волну в результате обратного пьезоэлектрического эффекта. С помощью демпфера устраняют механические колебания с тыльной стороны пьезоэлемента. Согласуют акустические сопротивления материала ультразвукового преобразователя и озвучиваемого объекта с помощью согласующих слоев. Если на соседние кольцевые элементы активного электрода подают электрические сигналы в противофазе, в результате генерируют квазибездифракционную ультразвуковую волну, профиль давления которой аппроксимируется функцией Бесселя нулевого порядка. Если на соседние кольцевые элементы активного электрода подают электрические сигналы в одинаковой фазе, в результате генерируют ультразвуковую волну, профиль давления которой аппроксимируется функцией Гаусса [1] (прототип).

Недостатками прототипа являются:

сложность управления ультразвуковым преобразователем с помощью системы токопроводов, что вызывает необходимость использования многоканального передатчика/приемника, который осуществляет управление амплитудой и фазой электрического/ультразвукового сигнала и многоканального генератора высокочастотных электрических сигналов;

профили давления ультразвуковой волны, генерируемые известным преобразователем, аппроксимируются только двумя типами функций: Бесселя и Гаусса, что ограничивает применение известного преобразователя в ультразвуковой диагностике.

Задача, на решение которой направлена полезная модель, заключается в создании ультразвукового преобразователя, позволяющего реализовать генерацию более двух типов ультразвуковых волн, уменьшить число токопроводов и использовать одноканальные передатчик/приемник и генератор высокочастотных электрических сигналов.

Задача решается за счет того, что ультразвуковой преобразователь состоит из демпфера, пьезоэлемента в виде диска с плоскими тыльной и излучающей поверхностями и со-

гласующих слоев. На тыльную поверхность пьезоэлемента нанесен активный электрод, к которому припаяны токопроводы. Поверх активного электрода прикреплен демпфер. На излучающую поверхность пьезоэлемента нанесен заземляющий электрод в виде тонкого токопроводящего диска, к которому припаян один токопровод. После заземляющего электрода нанесены согласующие слои. Токопроводы заземляющего и активного электродов через передатчик/приемник присоединены к генератору высокочастотных электрических сигналов.

Причем для обеспечения генерации более двух типов ультразвуковых волн демпфер выбран оптически прозрачным, пьезоэлемент изготовлен в виде тонкопленочного диска из фото-пьезополупроводникового материала, активный электрод выполнен в виде оптически прозрачного токопроводящего диска. К активному электроду прикреплен один токопровод. За согласующими слоями размещен резонансный ультразвуковой отражатель. Приемник/передатчик и генератор высокочастотных электрических сигналов - одноканальные.

На фиг. 1 показан общий вид устройства, на фиг. 2 - профиль интенсивности Бесселева светового пучка нулевого порядка, на фиг. 3 - профиль квазибездифракционной акустической волны нулевого порядка, на фиг. 4 - профиль интенсивности Бесселева светового пучка высшего порядка, на фиг. 5 - профиль квазибездифракционной акустической волны высшего порядка.

Устройство состоит из оптически прозрачного демпфера 1, пьезоэлемента 2, активного электрода 3, оптически прозрачного заземляющего электрода 4, токопроводов 5, согласующих слоев 6 и резонансного ультразвукового отражателя 7.

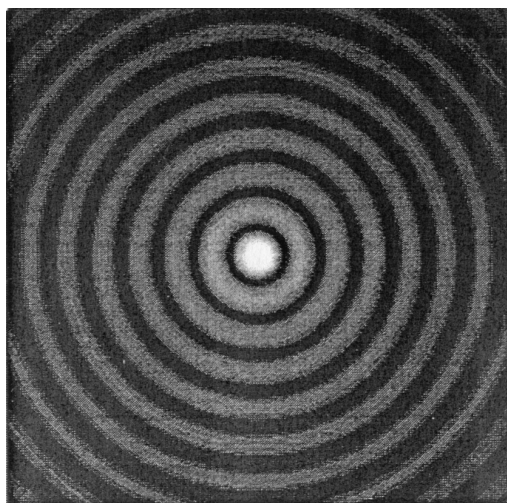
Для генерации более двух типов ультразвуковых волн устройство работает следующим образом: по токопроводам 5 через одноканальный передатчик/приемник подают электрические сигналы от генератора высокочастотных электрических сигналов, которые в результате обратного пьезоэлектрического эффекта преобразуются пьезоэлементом 2 в ультразвуковую волну, профиль давления которой близок к однородному.

Когерентный световой пучок с радиальным распределением интенсивности $S(\rho)$, соответствующим функции Бесселя нулевого порядка $S(\rho) = J_0^2(q_{\text{свет}}\rho)$ (фиг. 2), где ρ - радиальная координата, $q_{\text{свет}} = (2\pi/\lambda)\sin(\gamma)$ - поперечная составляющая волнового вектора, λ - длина световой волны, γ - параметр конусности светового пучка, через оптически прозрачный демпфер 1 направляют на пьезоэлемент 2. Освещенная когерентным световым пучком с радиальным распределением интенсивности, соответствующим функции Бесселя, область пьезоэлемента 2 имеет вид светлых колец, а неосвещенная - темных колец. В освещенной области генерацией свободных носителей фото-пьезополупроводникового материала закорачивают обратный пьезоэффект и генерируют ультразвуковую волну неосвещенными областями пьезоэлемента 2. Получают ультразвуковую волну, профиль давления которой контрастно инвертирован по отношению к профилю интенсивности когерентной световой волны и представляет суперпозицию бесселевой ультразвуковой волны с поперечной компонентой волнового вектора $q_{\text{акуст}} = 2q_{\text{свет}}$ и осевой плоской ультразвуковой волны с примерно одинаковыми интенсивностями. Плоскую ультразвуковую волну отражают резонансным акустическим отражателем 7. На выходе устройства получают ультразвуковую волну, амплитудный профиль которой аппроксимируется функцией Бесселя $J_0^2(q_{\text{акуст}}\rho)$ (фиг. 3).

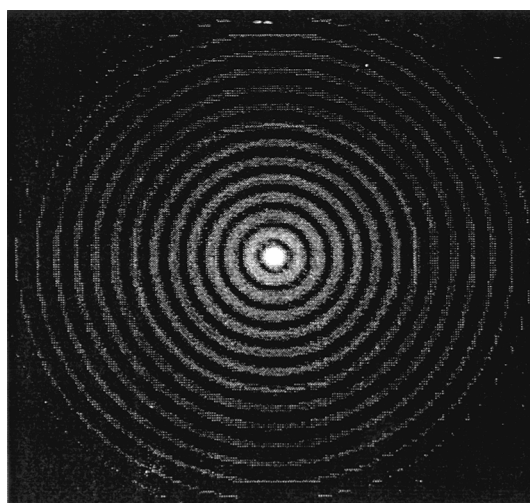
Если когерентный световой пучок с радиальным распределением интенсивности $S(\rho)$, соответствующим функции Бесселя высших порядков $S(\rho) = J_m^2(q_{\text{свет}}\rho)$, где $m = 1, 2, \dots$ (фиг. 4), через оптически прозрачный демпфер 1 направляют на пьезоэлемент 2, получают ультразвуковую волну, профиль давления которой контрастно инвертирован по отношению к профилю интенсивности когерентной световой волны и представляет также суперпозицию бесселевой ультразвуковой волны с поперечной компонентой волнового вектора

$q_{\text{акуст}} = 2q_{\text{свет}}$ и осевой плоской ультразвуковой волны с примерно одинаковыми интенсивностями. Плоскую ультразвуковую волну отражают резонансным ультразвуковым отражателем 7. На выходе устройства получают ультразвуковую волну, профиль давления которой аппроксимируется функцией Бесселя $J_m^2(q_{\text{акуст}}\rho)$ (фиг. 5). Таким образом, профиль давления ультразвуковой волны определяется профилем интенсивности светового когерентного пучка, которым освещают фото-пьезополупроводник 2.

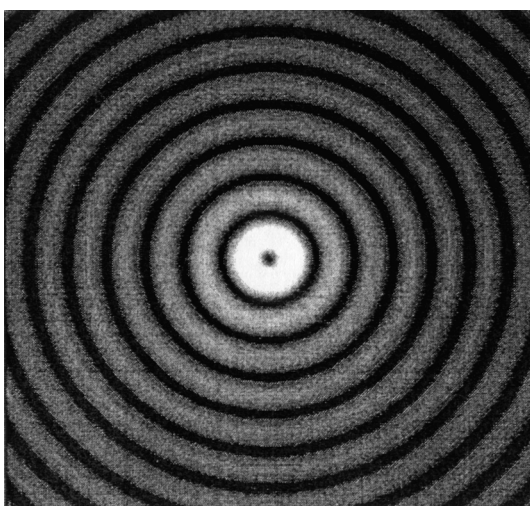
Предлагаемый ультразвуковой преобразователь для генерации более двух типов ультразвуковых волн позволяет упростить управление известным ультразвуковым преобразователем и генерировать любые возможные типы ультразвуковых волн, которые определяются профилем интенсивности светового пучка, падающего на фото-пьезополупроводник.



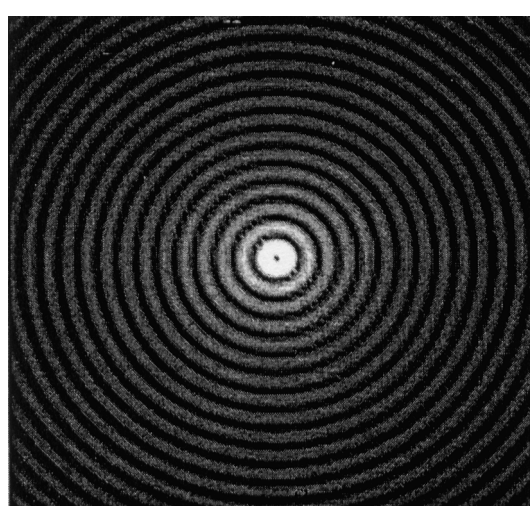
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5