

ЛИТЕРАТУРА

1. T. K. Saksena, W. L. Nyborg. Sonoluminescence from stable cavitation. *J. Chem. Phys.*, 1970, 51, 5, 1722.
2. K. J. Taylor, P. D. Jarman. The spectra sonoluminescence. *Austral. J. Phys.*, 1970, 23, 3, 319–334.
3. П. И. Голубничий. О вспышечном гетерофазном свечении в жидких диэлектриках под действием ультразвука и сильных электрических полей (канд. дис.). Новосибирск – Уфа, 1970.
4. М. А. Маргулис. Сонолюминесценция и ультразвуковые химические реакции. *Обзор. Акуст. ж.*, 1969, 15, 2, 153–173.
5. П. И. Голубничий, В. Д. Гончаров, Х. В. Протопопов. Сонолюминесценция в жидкостях. Влияние растворенных газов, отступления от тепловой теории. *Акуст. ж.*, 1969, 15, 4, 534–541.
6. M. Degrois. Etudes sur la sonoluminescence. *L'onde électrique*, 1968, 490, 48, 3–13.
7. M. Degrois, P. Baldo. Hypothese Explication de l'absence d'erosion, et effects chimiques et de sonoluminescence dans la vraie cavitation ultrasonore. *Acustica*, 1969, 21, 4, 222–227.
8. E. A. Neppiras, B. E. Noltingk. Cavitation produced by ultrasonics. Theoretical conditions for the onset of cavitation. *Proc. Phys. Soc.*, 1951, 64B, 1032–1038.
9. М. Г. Сиротюк. Экспериментальные исследования ультразвуковой кавитации. В кн. *Физика и техника мощного ультразвука*, под ред. Л. Д. Розенберга, книга II, Мощные ультразвуковые поля, М., «Наука», 1968.
10. Л. Р. Гаврилов. О распределении газовых пузырьков в воде по их размерам. *Акуст. ж.*, 1969, 15, 1, 25–27.
11. C. D. West, R. Hawlett. Timing of sonoluminescence flashe. *Nature*, 1967, 215, 727.

Институт химии
Башкирский филиал Академии наук СССР

Поступила
18 августа 1972 г.

УДК 534.2

МОДУЛЯЦИЯ ЗВУКА СВЕТОМ

Е. К. Грищенко

В настоящее время известно несколько способов модуляции света, в том числе модуляция света звуком [1]. Вместе с тем для целей акустоэлектроники и физических исследований необходимо осуществлять и обратное преобразование – модуляцию звука светом. Известна возможность изменения плотности звуковой энергии в звукопроводе, выполненном из фоточувствительного пьезополупроводникового кристалла, например из CdS, основанная на изменении затухания звука в нем при подсветке кристалла светом переменной интенсивности [2]. Однако существенными недостатками этого метода являются относительно большое темновое затухание высокочастотного звука в CdS и часто встречающаяся оптическая неоднородность кристаллов. Последнее обстоятельство особенно важно, если звукопровод одновременно используется и для прямого преобразования – модуляции света звуком, например методом дифракции света на звуке.

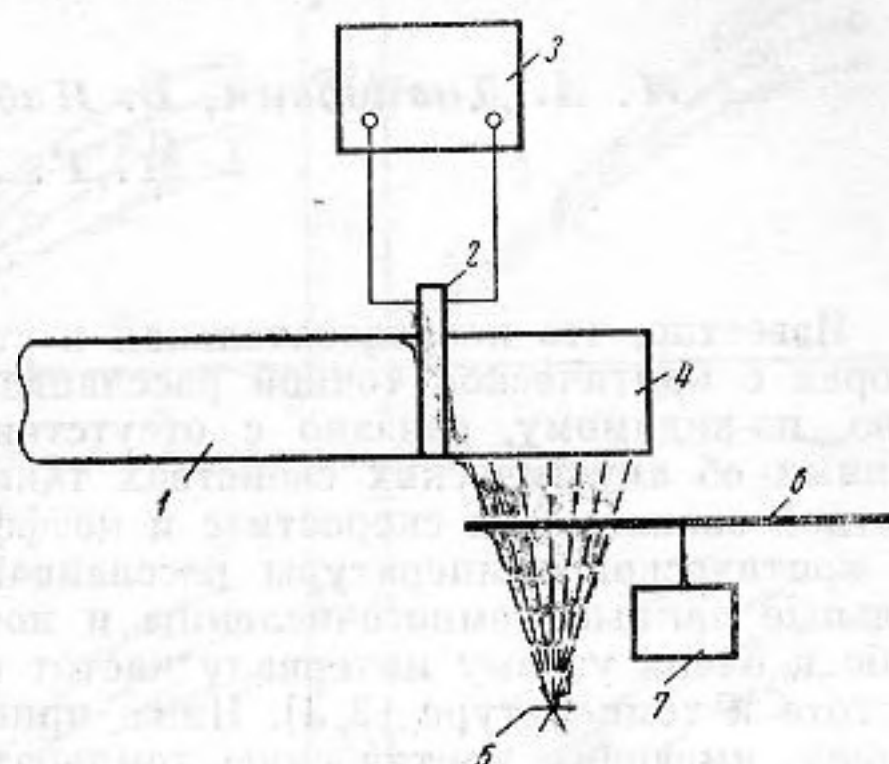
Мы исследовали возможность осуществления модуляции плотности звуковой энергии в звукопроводе путем изменения с помощью света акустического импеданса тыльной нагрузки излучателя, выполненной из фоточувствительного пьезополупроводника. При этом звукопровод может быть выполнен из оптического материала с малым затуханием звука и большой фотоупругостной постоянной, например из SiO₂ или LiNbO₃, что позволяет увеличить плотность звуковой энергии и долю света, дифрагированного в звукопроводе при двойном акустооптическом преобразовании сигнала.

На фигуре схематически представлен один из возможных вариантов реализации предлагаемого способа. Устройство состоит из звукопровода 1, излучающей звук пьезопластинки 2, высокочастотного генератора 3, тыльной нагрузки пьезопластинки 4, источника света 5, светонепроницаемого диска с отверстиями 6 и электромотора 7. Известно, что полуволновая пьезоэлектрическая пластинка наиболее эффективно излучает звук в звукопровод, если акустическая длина ее тыльной нагрузки равна целому числу полуволн. Напротив, при акустической длине тыльной нагрузки, составляющей нечетное число четвертей длин волн, излучения звука в звукопровод не происходит. При освещении тыльной нагрузки светом изменяется комплексный модуль упругости пьезополупроводникового кристалла вследствие наличия у него фотоэлектрических свойств, причем при переходе от затемненного

к освещенному состоянию относительное изменение модуля упругости имеет порядок квадрата коэффициента электромеханической связи кристалла. Например, для CdS эта величина составляет 1–2%. Поэтому если выбрать длину кристалла тыльной нагрузки из CdS, равную 50–100 длинам волн, то при переходе от затемненного к освещенному состоянию можно получить существенное изменение акустического импеданса тыльной нагрузки, а следовательно, и эффективности излучения звука в звукопровод.

Нами была проверена возможность практической реализации предлагаемого способа. В качестве звукопровода использовался брусок плавленого кварца с размерами $20 \times 10 \times 10$ мм³, звуковые грани которого с площадью 10×10 мм² были плоскопараллельными с ошибкой, не превышающей $30''$ и имели оптическую полировку. В качестве излучателя использовалась полуволновая кварцевая пластинка Y-среза, с основной резонансной частотой 30 Мгц. Тыльная нагрузка излучающей пьезопластинки была выполнена из фоточувствительного образца CdS с размерами $5,5 \times 10 \times 10$ мм³, причем гексагональная ось кристалла лежала в плоскости звуковых граней, имеющих площадь 10×10 мм², и совпадала с направлением оси X кварцевой пьезопластинки. Звуковые грани тыльной нагрузки были плоскопараллельными с ошибкой, не превышающей $1'$, и также имели оптическую полировку. Темновое удельное электрическое сопротивление образца CdS составляло 10^{10} ом·см. Регистрация звука в звукопроводе производилась с помощью второй, полностью идентичной с излучающей, пьезопластинкой, приклеенной к свободной звуковой грани кварцевого звукопровода. Склейка звукопровода с пьезопластинками и излучающей пьезопластинки с тыльной нагрузкой производилась салолом. Излучающая пьезопластинка возбуждалась в непрерывном режиме на одной из собственных частот акустической системы – 27,4 Мгц. При этом для подавления электрической наводки от излучающей пьезопластинки на приемную последняя была электростатически экранирована так, что сигнал наводки подавлялся на 36 дб по отношению к полезному сигналу. Как излучающая, так и приемная пьезопластинки были снабжены индуктивностями, компенсирующими их статическую емкость на резонансной частоте. Вся система помещалась в закрытый металлический стакан с отверстием для подсветки тыльной нагрузки излучающей пьезопластинки.

В режиме оптимального согласования с внешними электрическими устройствами (отражение упругой волны от пьезоприемника не происходит [3]) измерялись потери на двойное электроакустическое преобразование в режиме модуляции звука светом, которые характеризуют эффективность самого процесса модуляции. Для этого тыльная нагрузка излучателя освещалась светом ртутной лампы, прерываемым с помощью насаженного на вал электродвигателя светонепроницаемого диска. Частота прерывания света составляла 60 гц. Потери на двойное преобразование электрического сигнала в режиме оптической модуляции звука, т. е. отношение напряжения на излучающей пьезопластинке к переменной составляющей напряжения, обусловленной модуляцией звука светом, на приемной пьезопластинке, составили 11 дб. Потери на двойное преобразование в темноте составили 4 дб, что соответствует потерям на акустоэлектрическое преобразование пьезоприемника в 2 дб. Таким образом, потери, связанные только с оптической модуляцией излучателя, были равны 9 дб, что подтвердило возможность практической реализации и достаточно высокую эффективность предлагаемого способа.



ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Р. Мустель, В. Н. Парыгин. Методы модуляции и сканирования света. М., «Наука», 1970.
2. W. D. Nune. Photosensitive ultrasonic attenuation in CdS. Phys. Rev. Lett., 1960, 4, 7, 559.
3. Е. К. Грищенко. Потери и частотные характеристики пьезоприемников. Акуст. ж., 1973, 19, 2, 164–169.

Акустический институт
Академии наук СССР

Поступила
15 сентября 1972 г.