



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) RU (11)

18 655 (13) U1

(51) МПК
B06B 3/00 (2000.01)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21), (22) Заявка: 2000132927/20, 26.12.2000

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.12.2000

(46) Опубликовано: 10.07.2001

Адрес для переписки:
644033, г.Омск-33, ул. Красный путь, 80 "б",
кв.27, Я.Б.Шустеру

(71) Заявитель(и):

Новиков Алексей Алексеевич,
Шустер Яков Борисович,
Негров Дмитрий Анатольевич

(72) Автор(ы):

Новиков А.А.,
Шустер Я.Б.,
Негров Д.А.

(73) Патентообладатель(и):

Новиков Алексей Алексеевич,
Шустер Яков Борисович,
Негров Дмитрий Анатольевич

(54) УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ

(57) Формула полезной модели

Ультразвуковой пьезокерамический излучатель, представляющий собой ультразвуковой преобразователь, содержащий соединенные стяжным элементом отражающую накладку, активную зону из пьезокерамических кольцевых пластин, разделенных контактными электродами, и излучающую накладку, соединенную с согласующим промежуточным элементом, отличающийся тем, что активная зона ультразвукового преобразователя удовлетворяет соотношению

$$h_{a.з} \leq \frac{0,86}{2\pi f_{\pi}} \cdot C,$$

где $h_{a.з}$ - ширина активной зоны УЗ-преобразователя;

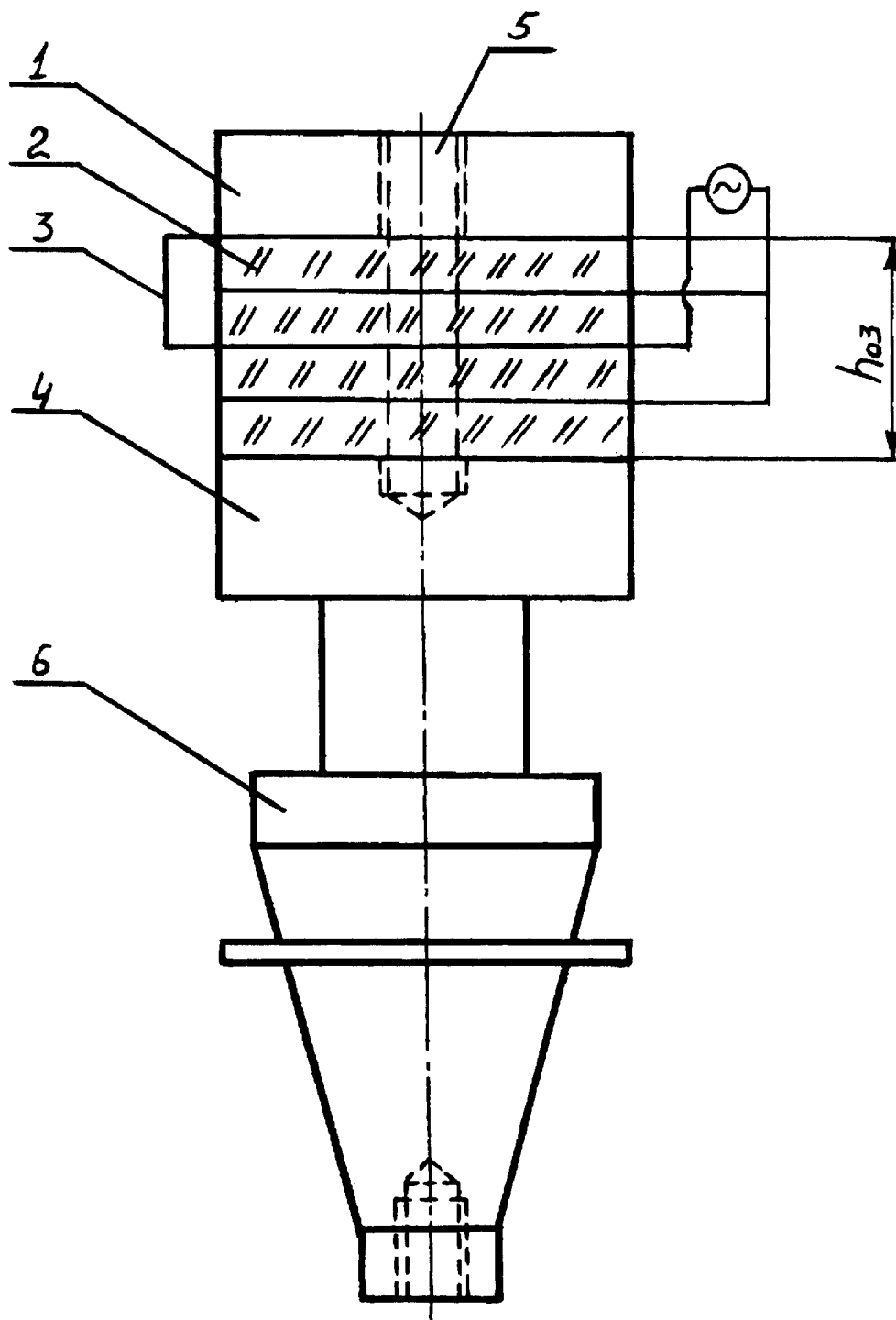
f_{π} - резонансная частота УЗ-преобразователя;

C - скорость распространения звуковой волны по пьезоматериалу активной зоны, а согласующий элемент удовлетворяет условию

$$f_{c.э} = (0,93-0,97)f_{\pi},$$

где $f_{c.э}$ - резонансная частота согласующего промежуточного элемента;

f_{π} - резонансная частота УЗ-преобразователя.



2000132927

М. Кл. В06 В 3/00

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ

Полезная модель относится к области получения или передачи механических колебаний дозвуковой, звуковой или сверхзвуковой частоты и может быть использовано в любых техпроцессах, идущих с применением ультразвука.

Известны ультразвуковые пьезокерамические преобразователи типа Ланжевена [1-3]. Этот тип преобразователей представляет собой мозаику, набранную из кусков кварца γ -среза и заключенную между двумя металлическими пластинами.

Недостатками пьезокерамических преобразователей данного типа являются нетехнологичность конструкции, обусловленная сложностью сборки и малая мощность.

Известен также излучатель типа «сэндвич» [4], наиболее близкий к заявляемому по технической сущности и достигаемому эффекту. Он представляет собой ультразвуковой преобразователь, содержащий соединенные стяжным элементом (например, болтом или шпилькой) отражающую накладку, активную зону, состоящую из кольцевых пьезокерамических пластин, разделенных контактными электродами, и излучающую накладку, соединенную с согласующим промежуточным элементом (волноводом, бустером), передающим акустические волны к акустическому инструменту.

Излучатели типа «сэндвич» свободны от недостатков излучателей типа Ланжевена, описанных выше. Они просты в сборке и изготовлении, однако на повышенных частотах (свыше 20 кГц) резко возрастают потери в активной зоне, что приводит к повышенному разогреву пьезокерамического материала и снижению электроакустической эффективности УЗ-излучателя в целом.

Задачей технического решения является снижение потерь в пьезоматериале УЗ-излучателя и повышение эффективности его работы.

- 2 - 2000/32 924

Поставленная задача решена за счет того, что в ультразвуковом пьезо-керамическом излучателе, представляющем собой УЗ-преобразователь, содержащий соединенные стяжным элементом отражающую накладку, активную зону из пьезокерамических кольцевых пластин, разделенных контактными электродами, и излучающую накладку, соединенную с согласующим промежуточным элементом, ширина активной зоны УЗ-преобразователя удовлетворяет соотношению:

$$h_{a.з} \leq \frac{0,86}{2\pi f_n} \cdot c,$$

где c — скорость распространения звуковой волны по пьезоматериалу активной зоны;

f_n — резонансная частота УЗ-преобразователя,

а согласующий промежуточный элемент удовлетворяет условию:

$$f_{с.э.} = 0,93 - 0,97 f_n,$$

где $f_{с.э.}$ — резонансная частота согласующего элемента;

f_n — резонансная частота УЗ-преобразователя.

Ограничение на ширину активной зоны в зависимости от частоты возбуждаемых колебаний и материала пьезокерамики введено в силу следующих соображений.

Конструирование пьезокерамических излучателей предполагает в качестве одного из базовых допущений излучающую плоскость, а не излучающий объем. При конструировании учитываются свойства пьезоматериала — плотность, скорость распространения звуковой волны, модуль Юнга и т. п., но как активный излучающий элемент выбирается плоскость (обычно в центре активной зоны).

Фактически же излучает волну каждая плоскость объема пьезоактивного материала по ширине активной зоны, причем все они излучают колебания синфазно в соответствии с подачей возбуждающего электрического сигнала.

Очевидно, что, если взять две крайние плоскости активной зоны, то при распространении возбужденной волны от одной плоскости до другой происходит какое-то время, определяемое шириной активной зоны и скоростью распространения звуковой волны по материалу. Это время определяет фазовый сдвиг между волной, пришедшей от противоположного края активной зоны и волной, возбуждаемой излучающей плоскостью ближнего края активной зоны. В соответствии с фазовым сдвигом происходит наложение одной возбуждаемой волны на другую. Уровень затухания результирующего сигнала определяется для двух плоскостей достаточно просто:

$$A \cdot \sin(\omega f + \varphi) + A \cdot \sin \omega f = 2A \cdot \sin \left[\frac{\omega f + \omega f + \varphi}{2} \right] \cdot \cos \frac{\varphi}{2} = 2A \cdot \sin \left(\omega f + \frac{\varphi}{2} \right) \cdot \cos \frac{\varphi}{2}$$

Очевидно, что уровень затухания определяется косинусом половинного угла фазового сдвига. (При сдвиге в 180° сигналы оказываются в противофазе и фактически компенсируют друг друга).

С другой стороны, величина фазового сдвига может быть определена через ширину активной зоны и длину волны возбуждаемых в ней УЗ-колебаний

$$\varphi = \frac{2\pi f \cdot h_{a.z}}{\lambda} = \frac{2\pi f \cdot h_{a.z}}{c}$$

Если задать ограничение по величине потерь сигнала в активной зоне на уровне 10 % т.е. $\cos \varphi \geq 0,9$, что соответствует $\varphi \leq 0,86$ рад, то

$$h_{a.z} \leq \frac{0,86}{2\pi f} \cdot c, \text{ и возникает естественное ограничение на ширину активной}$$

зоны в зависимости от частоты возбуждаемых колебаний и материала пьезокерамики.

С другой стороны, передача акустических волн от ультразвукового пьезокерамического преобразователя к акустическому инструменту либо технологической нагрузке осуществляется с помощью промежуточных

согласующих элементов (волноводов, бустеров). При этом резонансная частота согласующего элемента должна соответствовать резонансной частоте УЗ-преобразователя. Однако в процессе работы основные потери ультразвукового пьезокерамического излучателя сосредоточены в преобразователе частоты, там, где находятся пьезокерамические кольцевые пластины.

Поскольку потери в ультразвуковых пьезокерамических преобразователях составляют от 3 % до 7 % в зависимости от режима эксплуатации, наибольшая эффективность работы ультразвукового пьезокерамического излучателя в целом достигается при следующем соотношении частоты входящих в него преобразователя и согласующего промежуточного элемента:

$$f_{с.э} = 0,93 - 0,97f_n.$$

Сущность технического решения поясняется чертежом, где изображена полуконструктивная схема заявляемого излучателя, состоящего из ультразвукового пьезокерамического преобразователя и согласующего промежуточного элемента, служащего для передачи акустических волн от УЗ-преобразователя к инструменту.

Ультразвуковой пьезокерамический преобразователь содержит: отражающую накладку 1, активную зону, выполненную из кольцевых пьезокерамических пластин 2, разделенных контактными электродами 3 и излучающую накладку 4. Отражающая накладка, активная зона и излучающая накладка соединены между собой болтом или шпилькой.

Излучающая накладка 4 соединена с промежуточным согласующим элементом 6, который предназначен для передачи акустических волн от ультразвукового пьезокерамического преобразователя к акустическому инструменту.

Работа ультразвукового пьезокерамического излучателя осуществляется следующим образом.

На контактные электроды 3 подается переменное напряжение, которое возбуждает в пьезокерамических кольцевых пластинах 2 акустическую волну, вследствие пьезоэлектрического эффекта. Параметры этой волны определяются возбуждающим напряжением, свойствами пьезоматериала, его геометрическими размерами. Возбужденная акустическая волна, распространяясь в обе стороны от активной зоны, проходит в одну сторону через отражающую накладку и, отражаясь от ее торца, возвращается через активную зону в излучающую накладку 4, где, накладываясь на прямую волну, усиливает ее и затем через промежуточный согласующий элемент 6, обеспечивающий кроме того крепление УЗ-излучателя, поступает к ультразвуковому волноводу – инструменту, обеспечивающему непосредственное технологическое воздействие на рабочую среду.

Таким образом, предлагаемое техническое решение позволяет за счет вводимых ограничений обеспечить более эффективное преобразование электрической энергии в энергию ультразвуковых колебаний, путем уменьшения потерь в активной зоне и более точного согласования частот преобразователя с согласующим промежуточным устройством.

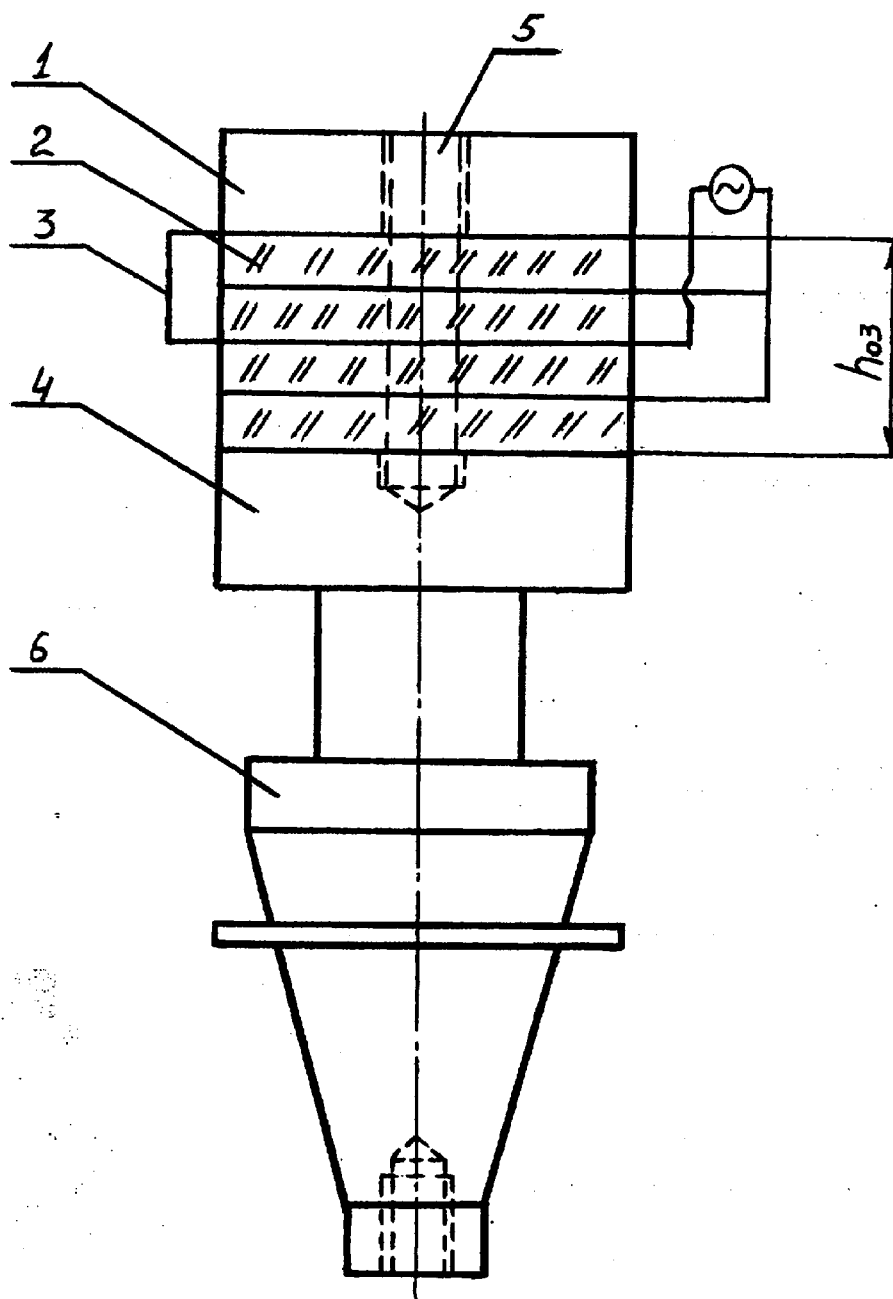
Источники информации:

1. Е. Кикучи Ультразвуковые преобразователи. М: Издательство «Мир», 1972, 424 с.
2. Заявка ФРГ № 2711306 МКИ В06В 3/00
3. Заявка Японии №56-18265 МКИ В06В 3/00
4. С.С. Волков, Б.Я. Черняк Сварка пластмасс ультразвуком. М.: Химия, 1986 г, 256 с.

2000132927

Ультразвуковой пьезоэлектрический
излучатель

5/11



Фиг. 1

Авторы: Новиков А.А.
Шустер Я.Б.
Негров Д.А.