

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

⑫ OPIS PATENTOWY ⑲ PL ⑪ 157598

⑬ B1

⑳ Numer zgłoszenia: 276244

⑤① IntCl⁵:
B06B 1/06

㉑ Data zgłoszenia: 07.12.1988

CZYTELNIJA
OGÓLNA

⑤④

Ultradźwiękowy przetwornik pierścieniowy promieniujący do powietrza

④③

Zgłoszenie ogłoszono:
11.06.1990 BUP 12/90

④⑤

O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.06.1992 WUP 06/92

⑦③

Uprawniony z patentu:
Polska Akademia Nauk, Instytut Podstawowych
Problemów Techniki, Warszawa, PL

⑦②

Twórcy wynalazku:
Wincenty Pajewski, Warszawa, PL
Marek Szalewski, Warszawa, PL
Andrzej Korczak-Branecki, Warszawa, PL

⑤⑦

Ultradźwiękowy przetwornik pierścieniowy promieniujący do powietrza, **znamienny tym**, że jest wyposażony w umieszczoną w obudowie (1, 6) płytę (2, 5) z żywicy poliuretanowej, wewnątrz której to płyty (2, 5) jest umieszczony przynajmniej jeden pierścień (3, 4) z ceramiki piezoelektrycznej.

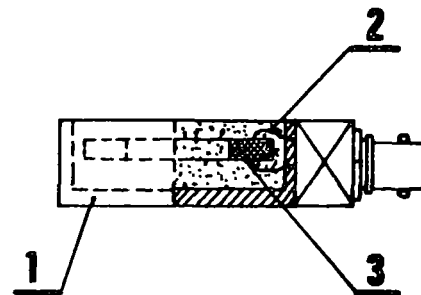


FIG. 2

PL 157598 B1

ULTRADŹWIĘKOWY PRZETWORNIK PIERŚCIENIOWY PROMIENIUJĄCY DO POWIETRZA

Z a s t r z e ż e n i e p a t e n t o w e

Ultradźwiękowy przetwornik pierścieniowy promieniujący do powietrza, z n a m i e n n y t y m, że jest wyposażony w umieszczoną w obudowie (1), (6) płytę (2), (5) z żywicy poliuretanowej, wewnątrz której to płyty (2), (5) jest umieszczony przynajmniej jeden pierścień (3), (4) z ceramiki piezoelektrycznej.

* * *

Przedmiotem wynalazku jest ultradźwiękowy przetwornik pierścieniowy promieniujący do powietrza.

Podstawowym problemem, który występuje przy wypromieniowywaniu energii ultradźwiękowej do powietrza jest silne niedopasowanie impedancji akustycznej przetwornika do impedancji akustycznej na granicy przetwornik - powietrze jest bardzo mały. Teoretycznie dopasowanie przetwornika do obciążenia można uzyskać stosując jeden lub kilka ćwierćfalowych transformatorów impedancji umieszczonych pomiędzy przetwornikiem a ośrodkiem propagacji fali. Dla uzyskania dopasowania impedancja akustyczna transformatora Z_t musi być równa.

$$Z_t = \sqrt{Z_o Z_p} \quad (1)$$

Spełnienie tego warunku w przypadku promieniowania przetwornika z ceramiki typu PZT, o impedancji $Z_p = 33 \cdot 10^6 \text{ kg/sm}^2$ do powietrza o impedancji $Z_o = 4,13 \cdot 10^2 \text{ kg/sm}^2$, jest niemożliwe przy użyciu dostępnych materiałów.

Jednak stosując odpowiednie konstrukcje przetworników i transformatory ćwierćfalowe można znacznie zwiększyć współczynnik transmisji energii ultradźwiękowej do powietrza.

W znanych z literatury rozwiązaniach są stosowane bądź przetworniki z kompozytów ceramika-polimer, bądź transformatory ćwierćfalowe z polimerów ze specjalnym wypełniaczem w postaci miniaturowych kulek szklanych pustych w środku, o średnicy od 50 μm do 80 μm i grubości ścianek około 2 μm . Oba rozwiązania wymagają specjalnych, skomplikowanych technologii.

Zgodnie z wynalazkiem przetwornik pierścieniowy, jest wyposażony w płytę z żywicy poliuretanowej, która jest źródłem promieniowania i wewnątrz której jest umieszczony przynajmniej jeden pierścień z ceramiki piezoelektrycznej. Przetwornik według wynalazku ma prostą konstrukcję i nie wymaga ani skomplikowanej technologii ani specjalnych materiałów. Konstrukcja przetwornika pozwala na zwiększenie amplitudy drgań na jego powierzchni.

Zaletą przetwornika pierścieniowego jest to, że może on pracować zasilany małym napięciem, ze względu na małą grubość pierścienia, której zmiana w minimalnym stopniu wpływa na częstotliwość rezonansową przetwornika. Grubość ta może być dowolnie dobrana. Zaletą przetwornika według wynalazku jest także to, że promieniuje energię głównie za pośrednictwem masy plastycznej o małej impedancji akustycznej, co zwiększa jego dopasowanie do powietrza i zasięg promieniowania.

Przetwornik pierścieniowy jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 pokazuje przetwornik pierścieniowy w widoku, fig. 2 - ten sam przetwornik w półprzekroju, fig. 3 - pierścień przetwornika, fig. 4 - wykres charakterystyki promieniowania, fig. 5 - wykres częstotliwości, fig. 6 przedstawia inną konstrukcję przetwornika pierścieniowego w widoku, a fig. 7 pokazuje przetwornik pierścieniowy według fig. 6 w przekroju. Przetwornik pierścieniowy jest wyposażony w płytę z żywicy poliuretanowej.

Na podstawie pomiarów przetworników o różnej szerokości pierścieni z ceramiki piezoelektrycznej ustalono, że częstotliwość rezonansowa zależy od szerokości pierścienia. Stała częstotliwość wyraża się zależnością:

$$N = f_r (R_z - R_w) \quad (2)$$

gdzie: R_z - zewnętrzny promień pierścienia, R_w - wewnętrzny promień pierścienia.

W przetworniku pierścieniowym drgania pierścienia powodują drgania żywicy poliuretanowej wypełniającej pierścień. Całość drgań jako płyta niejednorodna złożona z ceramicznego pierścienia i wewnętrznej części z poliuretanu o małej impedancji akustycznej. Podczas pracy przetwornika pierścień pęcznieje i kurczy się w kierunku promieniowym, przy czym jego średni promień nie ulega zmianie (fig. 3).

Drgania pierścienia lub płyty z otworem w środku analizowali Gustaffson i Kane (J.Appl.Mech., December 1959), zajmowali się oni głównie drganiami promieniowymi oraz grubościowymi pierścienia. Jak wykazują pomiary, w przetworniku w przykładowym wykonaniu występują drgania szerokościowe pierścienia, które różnią się tym od promieniowych, że odkształcenia na zewnętrznej i wewnętrznej stronie pierścienia są przeciwnie skierowane - fig. 3.

Drgania pierścienia wymuszają drgania masy poliuretanowej znajdującej się wewnątrz pierścienia, następuje koncentracja energii ultradźwiękowej i wzrost amplitudy drgań w masie plastycznej. Zjawisko to jest głównym źródłem promieniowania akustycznego. Składowa drgań prostopadła do powierzchni samego pierścienia jest niewielka, związane z nią promieniowanie jest słabe i nie ma wpływu na charakterystyki promieniowania.

Własności przetwornika pierścieniowego.

W celu określenia przydatności przetwornika pierścieniowego zmierzono jego charakterystykę kierunkowości promieniowania (fig. 4). Zmierzona charakterystyka mieści się w granicach $3^0 - 3,5^0$, listki boczne są nieco większe (-8 dB) niż w przypadku przetwornika tłokowego (-17,5 dB) ale wiązka główna jest znacznie silniejsza niż w przypadku drgań jednolitej piezoelektrycznej płytki ceramicznej, pobudzonej tą samą mocą. Kształt wiązki akustycznej wypromieniowanej przez przetwornik pierścieniowy spełnia wymagania stawiane w ultradźwiękowej lokalizacji przedmiotów, np. w robotyce i w miarę potrzeby może być regulowany poprzez zmianę grubości warstwy powierzchniowej i wypełnienia przetwornika.

Charakterystyka częstotliwościowa przetwornika pierścieniowego wykazuje kilka blisko siebie położonych rezonansów - fig. 5. Źródłem tych rezonansów są drgania żywicy oraz pierścienia. Stwarza to możliwość regulacji także pasma częstotliwości przetwornika, co ma wpływ na kształt wypromieniowanych impulsów akustycznych. Dobroć akustyczna przetwornika może być regulowana przez zmianę składu żywicy (dodatki).

Dla uzyskania większych sygnałów akustycznych można stosować kilka warstw pierścieni o małej grubości zasilanych równolegle i przełączanych na układ szeregowy w przypadku zastosowania przetwornika do odbioru sygnałów akustycznych według wariantu pokazanego na fig. 6 i fig. 7.

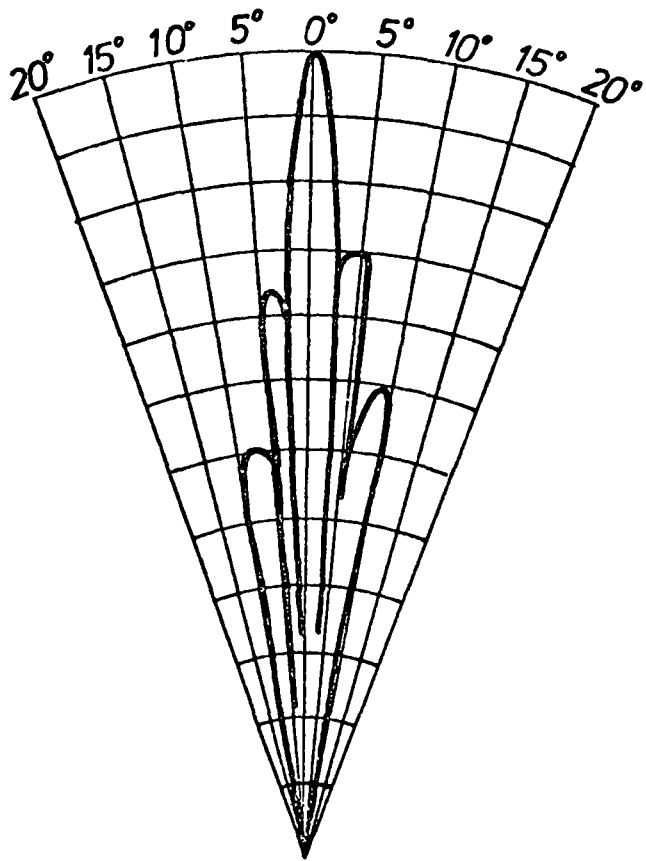


FIG.4

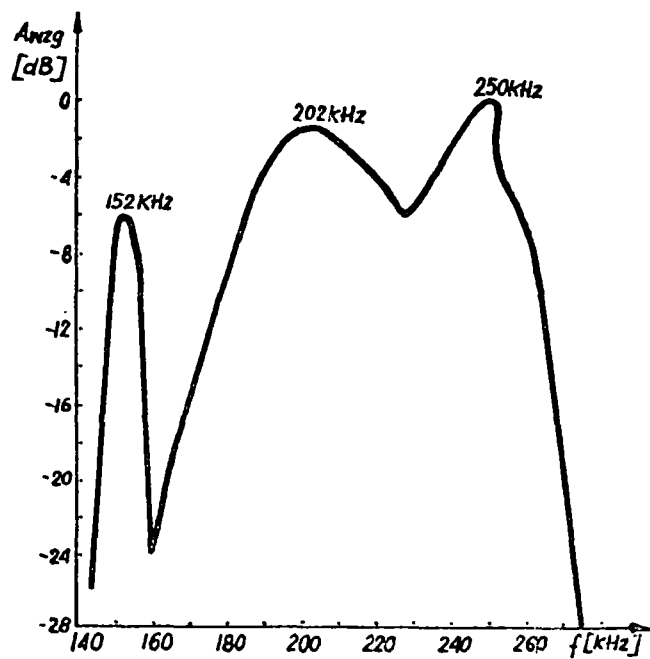


FIG.5

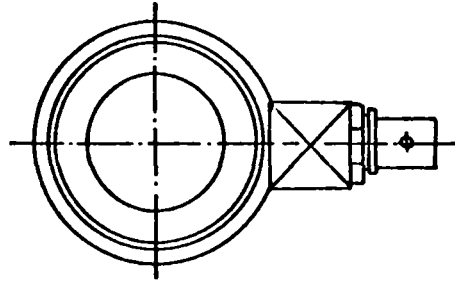


FIG. 6

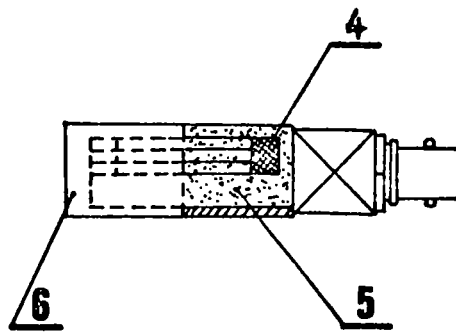


FIG. 7

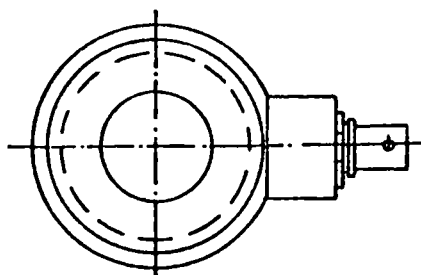


FIG. 1

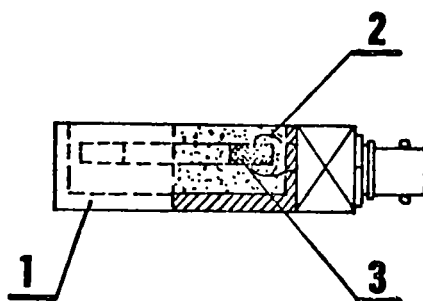


FIG. 2

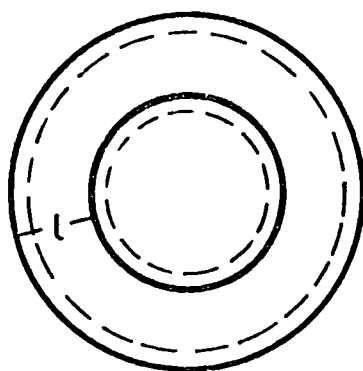


FIG. 3