

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) OPIS PATENTOWY (19) PL (11) 157599

(13) B1

(21) Numer zgłoszenia: 276245

(51) IntCl⁶:
B06B 1/06

(22) Data zgłoszenia: 07.12.1988

CZYTELNIA
OGÓLNA

(54) Ultradźwiękowy przetwornik piezoelektryczny o charakterystyce promieniowania bez listków bocznych

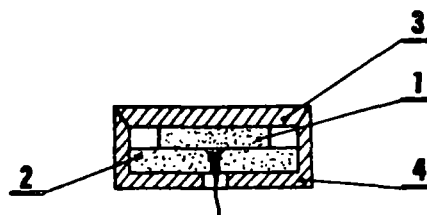
(43) Zgłoszenie ogłoszono:
11.06.1990 BUP 12/90

(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 piezoelektryczny o charakterystyce promieniowania bez listków bocznych, znamienny tym, że zawiera ćwierćfalowe $\lambda/4$ płytki (1) z ceramiki piezoelektrycznej zamocowane na podłożu (2) z ceramiki biernej wypełniającej obudowę (4), przy czym na płytce (1) jest nałożona warstwa (3) z żywicy poliuretanowej.



PL 157599 B1

ULTRADŹWIĘKOWY PRZETWORNIK PIEZOELEKTRYCZNY O CHARAKTERYSTYCE PROMIENIO-
WANIA BEZ LISTKÓW BOCZNYCH

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

Ultradźwiękowy przetwornik piezoelektryczny o charakterystyce promieniowania bez listków bocznych, z n a m i e n n y t y m, że zawiera ćwierćfalowe $\lambda/4$ płytki (1) z ceramiki piezoelektrycznej zamocowane na podłożu (2) z ceramiki biernej wypełniającej obudowę (4) przy czym na płytce (1) jest nałożona warstwa (3) z żywicy poliuretanowej.

* * *

Przedmiotem wynalazku jest ultradźwiękowy przetwornik piezoelektryczny o charakterystyce promieniowania bez listków bocznych. Przetwornik ten promieniuje energię ultradźwiękową do powietrza i jest przeznaczony do pracy w układach echolokalizacji ultradźwiękowej.

Ola otrzymywania niezakłóconych sygnałów w układach rozpoznawania i lokalizacji obiektów metodą ultradźwiękową konieczne są przetworniki promieniające wąskie wiązki akustyczne o silnie zredukowanych listkach bocznych. Kształt charakterystyki kierunkowej promieniowania zależy od stosunku wymiarów przetwornika do długości fali, np. dla płytek okrągłych charakterystyka promieniowania zwęża się, gdy rośnie stosunek średnicy przetwornika do długości fali. W przypadku przetworników do echolokalizacji ultradźwiękowej ten sposób kształtowania charakterystyk nie jest możliwy do zastosowania. Nie można zwiększyć częstotliwości powyżej ok. 200 kHz, tzn. zmniejszyć długości fali w powietrzu poniżej ok. 1,7 mm, ponieważ wzrasta wtedy zbyt silnie tłumienie fali akustycznej w powietrzu. Ze względów praktycznych nie można również stosować zbyt dużych przetworników.

W celu uzyskania charakterystyki promieniowania o zredukowanych listkach bocznych stosuje się źródło drgań o amplitudzie drgań zanikającej na brzegach.

Taki rozkład drgań na powierzchni obserwuje się np. w przypadku płytek drgających promieniowo (Pajewski 5, ICA Liege 1965) Magori, Walker, IEEE Trans. UFFC-34, March 1987). Analizując drgania grubościowe płytek z ceramiki piezoelektrycznej można stwierdzić, że w przypadku małego stosunku średnicy do grubości $D/d < 2,5$ amplituda drgań na powierzchni płytki ma maksymalną wartość w części centralnej i maleje ku brzegom (Shaw, J. Acoust. Soc. Amer., January 1956) fig. 2. Własność tę wykorzystano w proponowanej konstrukcji przetwornika. Jego zaletą w stosunku do stosowanych dotychczas przetworników o drganiach promieniowych jest to, że współczynnik sprzężenia elektromechanicznego (decydujący o sprawności przetwornika) dla drgań grubościowych jest większy niż dla drgań promieniowych. W celu zmniejszenia napięcia pobudzającego przetwornik, zamiast płytek półfalowych zastosowano płytki ćwierćfalowe zamocowane na podłożu o dużej impedancji akustycznej.

Bardzo istotnym problemem, który występuje przy wypromieniowywaniu energii ultradźwiękowej do powietrza, jest silne niedopasowanie impedancji akustycznej przetwornika (dla ceramiki piezoelektrycznej typu PZT $Z = 33 \cdot 10^6 \text{ kg/sm}^2$) do impedancji akustycznej powietrza ($Z_0 = 4,13 \cdot 10^2 \text{ kg/sm}^2$). W wyniku silnego niedopasowania współczynnik transmisji akustycznej na granicy przetwornik - powietrze jest bardzo mały. W przetworniku według wynalazku dla poprawy dopasowania impedancji części promieniającej falę akustyczną do impedancji powietrza zastosowano transformator ćwierćfalowy w postaci warstwy żywicy poliuretanowej. Przetwornik ten zawiera ćwierćfalowe płytki $2/4$ z ceramiki piezoelektrycznej zamocowane na podłożu z ceramiki biernej, która wypełnia obudowę, przy czym na płytce te nałożona jest warstwa z żywicy poliuretanowej.

Ultradźwiękowy przetwornik według wynalazku przedstawiono w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 pokazuje wkładkę przetwornika w przekroju, fig. 2 - wykres zależności drgań od kształtu płytki, a fig. 3 i fig. 4 przedstawia charakterystyki - częstotli-

wościową i kierunkową przetwornika według wynalazku, fig. 5 pokazuje ultradźwiękowy przetwornik z wykresem drgań, a fig. 6 - przedstawia wykres charakterystyki promieniowania.

Charakterystyki częstotliwościowa i kierunkowa potwierdzają przydatność przetwornika według wynalazku w układach echolokalizacji ultradźwiękowej dla potrzeb robotyki. Pasmo częstotliwości przetwornika jest szerokie (fig. 3), co umożliwia przenoszenie wąskich impulsów bez zniekształceń. Charakterystyka kierunkowa promieniowania nie ma listków bocznych (fig. 4). Charakterystyki przetwornika mogą być regulowane przez zmianę grubości powierzchniowej warstwy żywicy.

Ultradźwiękowy przetwornik piezoelektryczny zawiera ćwierćfalowe $\lambda / 4$ płytki 1 zamocowane na podłożu 2 z ceramiki biernej wypełniającej obudowę 4. Na płytce 1 nałożona jest warstwa 3 z żywicy poliuretanowej. Zamiast pojedynczej płytki można zastosować stos złożony z kilku płytek odpowiednio spolaryzowanych i połączonych. Pozwala to na osiągnięcie większego efektu akustycznego przy pobudzeniu mniejszym napięciem elektrycznym, co ma duże znaczenie w przypadku zastosowania przetworników w aparaturze przenośnej. Fig. 5 przedstawia taką konstrukcję przetwornika oraz jego drgania. Przemieszczanie się żywicy 3 powoduje ruchy powierzchni przetwornika. Powstający na powierzchni przetwornika rozkład amplitudy drgań kształtuje charakterystykę kierunkową zależnie od stosunku średnicy płytek piezoelektrycznych 1 do średnicy całego przetwornika. Przetwornik tego typu ma tendencję do wytwarzania na obwodzie drgań o przeciwnej fazie, co może spowodować wzrost listków bocznych charakterystyki promieniowania. Obszar o przeciwnej fazie drgań może być sprowadzony do minimum przez odpowiedni dobór grubości i średnicy warstwy wierzchniej. Potwierdza to pozbawiona listków bocznych charakterystyka kierunkowa promieniowania przedstawiona na fig. 6. Poszerzenie głównego listka charakterystyki wynika z niższej częstotliwości pracy przetwornika - 100 kHz. Zmiana grubości warstwy wierzchniej pozwala również na regulację natężenia ultradźwięków na osi przetwornika.

Dodatkową zaletą proponowanego przetwornika jest prostota jego konstrukcji. W układzie echolokalizacji ultradźwiękowej zaprojektowanym na Uniwersytecie w Kobe podobne charakterystyki kierunkowe otrzymano stosując jako nadajnik układ składający się z 12 przetworników (Murata et al., Memoirs of the Fac. of Eng. Kobe University 1983).

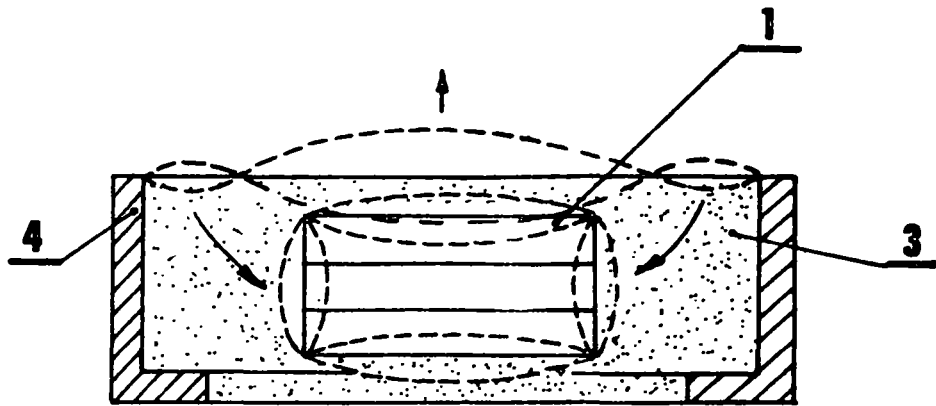


FIG. 5

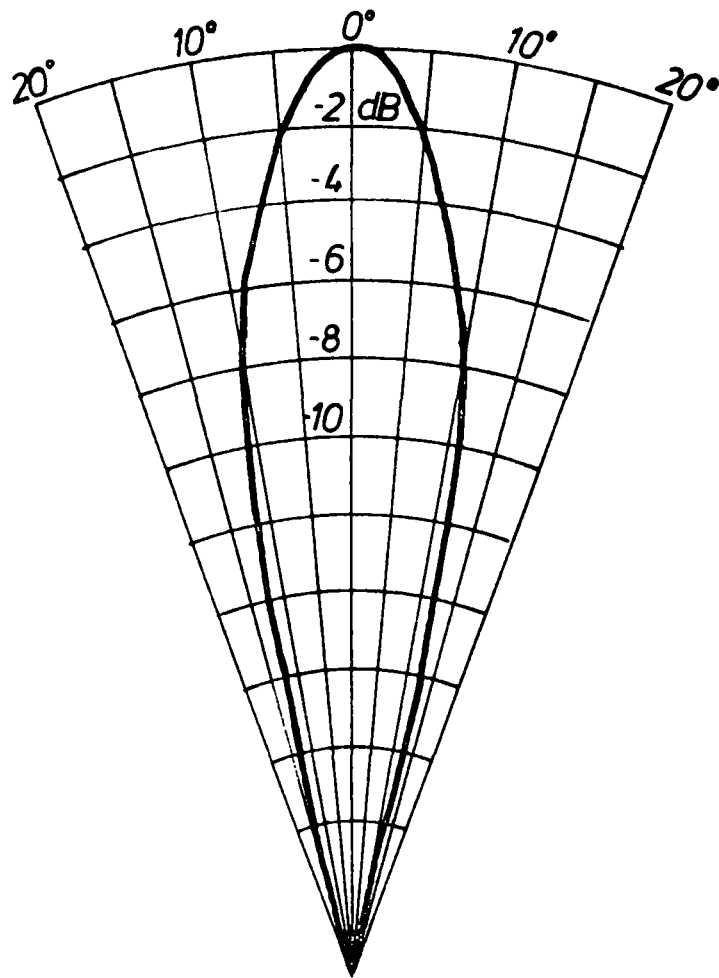


FIG. 6

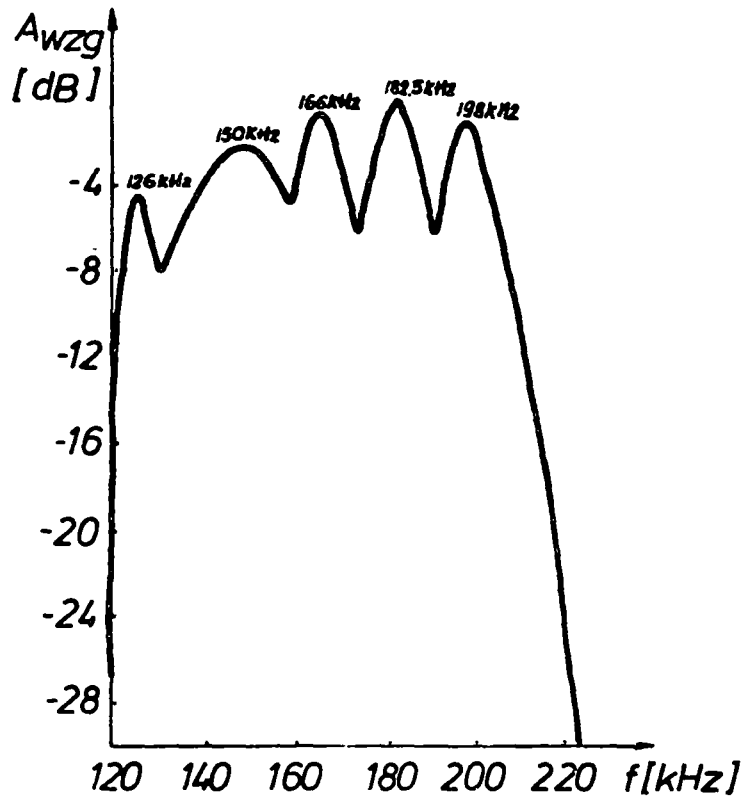


FIG.3

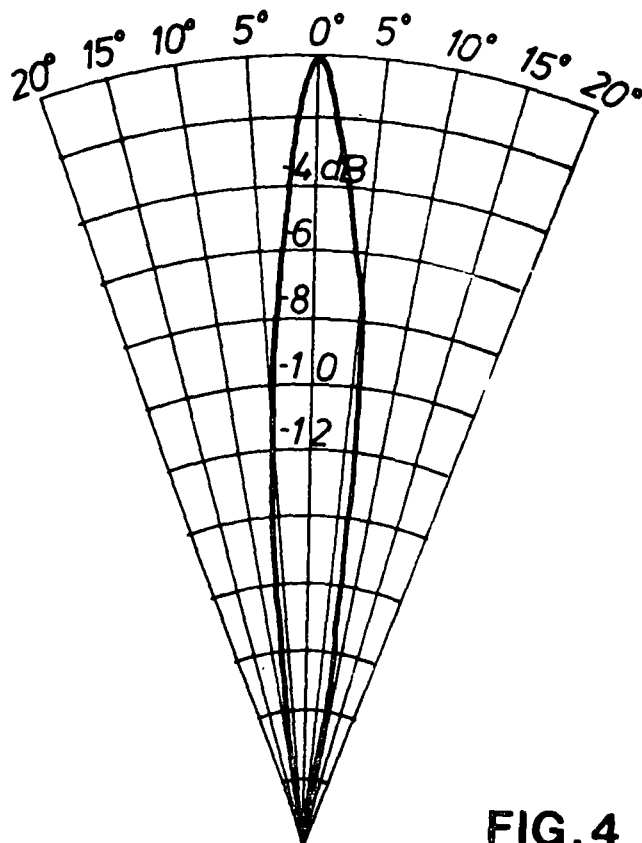


FIG.4

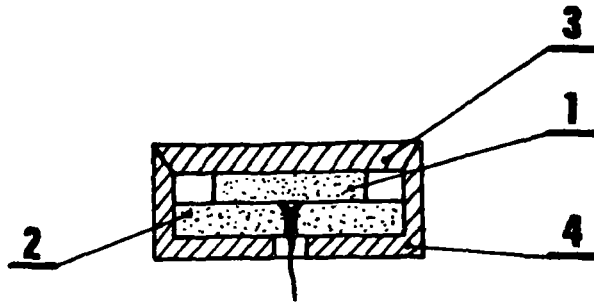


FIG. 1

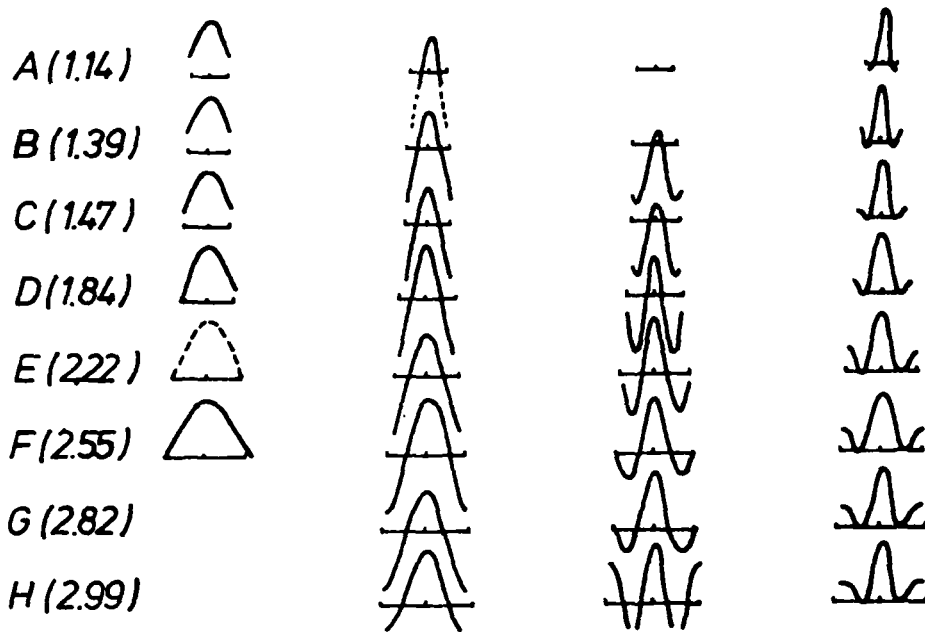


FIG. 2