



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 01.09.75 (P. 183059)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 14.03.77

Opis patentowy opublikowano: 30.04.1982

Int. Cl.² H03H 9/00
H03H 9/20

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Polski, Warszawa, ul. Łódzka

Twórcy wynalazku: Gérard Coussot, Olivier Menager

Uprawniony z patentu: THOMSON — CSF, Paryż (Francja)

Filtr elektromechaniczny

1

Przedmiotem wynalazku jest filtr elektromechaniczny, w którym są pobudzone powierzchniowe fale sprężyste. Filtry te są stosowane w liniach opóźniających i filtrach. Filtr taki składa się z podłoża, na którego powierzchni są usytuowane przetworniki przeznaczone do wytwarzania i odbierania powierzchniowych fal sprężystych, takich jak na przykład fale Rayleigha.

Według znanych typowych rozwiązań filtr elektromechaniczny zawiera stanowiące przetworniki grupy elektrod, po dwie elektrody w każdej grupie, wykonanych w postaci grzebieni tak, że każdy ząbek jednej elektrody jest usytuowany między dwoma ząbkami drugiej elektrody za wyjątkiem skrajnych ząbków elektrod — nałożonych na powierzchnię podłoża, na przykład z niobianu litu. Energia elektryczna, podlegająca przekształceniu, jest doprowadzana do jednej pary elektrod, w wyniku czego w płytce piezoelektrycznej są wytwarzane sprężyste fale powierzchniowe, odbierane przez inny przetwornik, składający się z innej pary elektrod, na zaciskach których indukuje się napięcie, którego charakterystyki są określane typem wymuszonych drgań oraz ukształtowaniem elektrod.

Znane jest, że w płytce filtru elektromechanicznego pobudzone drgania powierzchniowe są sprzężone z drganiami grubościowymi i objętościowymi traktowanymi wówczas jako drgania pasywno-
30

2

maksymalnym stopniu odsprzęgnąć drgania pasywno-
żytnicze od drgań wykorzystywanych.

W celu przeciwdziałania niepożądanemu pobudzaniu drgań objętościowych w znanych filtrach elektromechanicznych, w których są pobudzane powierzchniowe fale sprężyste, są stosowane przewodnice utworzone z równoległych elementów prowadzących. Wspomniane przewodnice wyznaczają odcinki drogi, jaką przechodzą fale powierzchniowe. Dzięki temu możliwym jest umieszczenie przetwornika wejściowego — pobudzającego drgania — w pewnej odległości od przetwornika wyjściowego — odbierającego drgania. Takie rozwiązanie umożliwia zmniejszenie tej części energii, która jest tracona na wzbudzenie drgań objętościowych.

Znane rozwiązanie ma jednak tę wadę, że wymaga zwiększenia wymiarów gabarytowych płytki filtru. Poza tym przewodnice wprowadzają dodatkowe tłumienie i odbicie fal, a jednocześnie nie eliminują całkowicie warunków powstawania fal objętościowych. Oprócz tego, aby zapewnić możliwość rozchodzenia się fali powierzchniowej w dwóch kierunkach, koniecznym jest zastosowanie dla każdego kierunku odrębnych przetworników pobudzająco-odbierających, co stanowi dodatkową przyczynę zwiększenia tłumienia.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie wskazanych niedogodności.

Przedmiotem wynalazku jest filtr elektromecha-
30

niczny, w którym pobudzone są powierzchniowe fale sprężyste, zrealizowany na podłożu z materiału piezoelektrycznego, składający się z przetwornika środkowego wytwarzającego fale sprężyste powierzchniowe i objętościowe, rozchodzące się w dwóch przeciwnych kierunkach od środka geometrycznego przetwornika środkowego, przy czym przetwornik środkowy zawiera dwie elektrody grzebieniowe, z których każda jest ukształtowana z wielu pasków przewodzących, połączonych jednym końcem z przyporządkowanym paskiem łączącym, będącym podstawą elektrody, oraz dwóch przetworników końcowych usytuowanych w pobliżu obu krawędzi podłoża piezoelektrycznego z obu stron przetwornika środkowego, z których każdy składa się z dwóch elektrod grzebieniowych i z których każdy jest przeznaczony do odbioru fal sprężystych, generowanych przez przetwornik środkowy, przy czym te dwa przetworniki końcowe są usytuowane w jednakowej odległości od środka geometrycznego przetwornika środkowego.

W przetworniku środkowym paski przewodzące elektrod mają różne długości, a wolne od warstwy przewodzącej obszary między dwoma naprzeciwległymi paskami przewodzącymi są tak rozmieszczone, że odwzorowują charakterystykę częstotliwościową przenoszenia filtru elektromechanicznego.

Pierwsza elektroda pierwszego przetwornika końcowego i pierwsza elektroda drugiego przetwornika końcowego są połączone razem i dołączone do wspólnego punktu filtru, będącego jednym z jego zacisków wyjściowych. Druga elektroda pierwszego przetwornika końcowego i druga elektroda drugiego przetwornika końcowego są połączone razem i dołączone do drugiego zacisku wyjściowego filtru tak, iż składowa sygnału wyjściowego filtru indukowana objętościowymi falami sprężystymi, wytwarzanymi przez przetwornik środkowy, jest zasadniczo równa zeru.

Miedzy przetwornikiem środkowym i przynajmniej jednym z przetworników końcowych usytuowanych w pobliżu krawędzi podłoża piezoelektrycznego usytuowana jest elektroda przesuwająca fazę, połączona ze wspólnym punktem filtru, która powoduje przesunięcie fazowe w jednym z dwóch torów propagacji sprężystych fal powierzchniowych względem drugiego toru propagacji, na skutek czego napięcie indukowane przez fale powierzchniowe odbierane przez przetworniki końcowe dodają się.

Elektrody przesuwające fazę, usytuowane na powierzchni podłoża piezoelektrycznego między przetwornikiem środkowym a przetwornikami końcowymi usytuowanymi z obu stron przetwornika środkowego w pobliżu krawędzi powierzchni podłoża piezoelektrycznego, mają niejednakowe szerokości.

Elektrody przesuwające fazę stanowią obszary powierzchni podłoża piezoelektrycznego, na których są wytworzone warstwy przewodzące w technologii naparowania próżniowego metalu lub natryskiwania metalu.

Korzystnym jest, gdy elektrody przesuwające fazę stanowią obszary powierzchni podłoża piezoelektrycznego, na których warstwy przewodzące

są utworzone we wgłębieniu w podłożu piezoelektrycznym wytworzonym w technologii erozji jonowej.

Korzystnym jest również, gdy elektrody przesuwające fazę stanowią obszary powierzchni podłoża piezoelektrycznego, na których warstwy przewodzące są wytworzone w technologii wstrzykiwania jonowego.

Przedmiot wynalazku jest bliżej objaśniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia rozmieszczenie elementów składowych filtru elektromechanicznego według wynalazku w rzucie aksonometrycznym, fig. 2 — filtr elektromechaniczny w widoku z góry, wykonany w wyniku realizacji wynalazku, fig. 3 — charakterystykę przenoszenia filtru przedstawionego na fig. 2, a fig. 4, 5 — przedstawiają częściowe przekroje poprzeczne przetwornika według wynalazku.

Na figurze 1 przedstawiony jest filtr elektromechaniczny, w którym są pobudzone powierzchniowe fale sprężyste. Jest to filtr pasmowo-przepustowy z jedną parą zacisków wejściowych 17, 18 i jedną parą zacisków wyjściowych 15, 16. Filtr składa się z płytki 2 stanowiącej podłoże, na którego powierzchni 1 są pobudzone powierzchniowe fale sprężyste.

Na tym rysunku uwidoczniono układ osi współrzędnych $0\ x\ y\ z$. Powierzchnia 1 płytki 2 stanowi płaszczyznę wyznaczoną przez osie współrzędne x i y , przy czym kierunki rozchodzenia się powierzchniowych fal sprężystych są wyznaczone kierunkami osi x i $-x$.

Płytką 2 może być, na przykład, wycięta z materiału piezoelektrycznego, takiego jak niobian litu. Przetwornik środkowy pobudzający fale powierzchniowe jest utworzony przez zespół elektrod 5, 7, 6, 8, nałożonych w środkowej części powierzchni 1 płytki 2. Środek geometryczny o tego przetwornika elektrod jest jednocześnie geometrycznym środkiem powierzchni 1.

Każda z elektrod przetwornika ma postać wzajemnie od siebie oddzielonych równoległych pasków 5, 6 przewodzących prąd elektryczny połączonych ze sobą od strony zewnętrznej krawędzi płytki paskiem materiału przewodzącego 7, 8, do których są dołączone zaciski wejściowe 17, 18. Paski przewodzące 5, 6 są niejednakowej długości. Są one nałożone na powierzchnię płytki piezoelektrycznej tak, że krótszy pasek z zespołu pasków 5 jednej elektrody jest nałożony w jednej linii z dłuższym paskiem z zespołu pasków 6 drugiej elektrody.

Miedzy końcami odpowiednich pasków 5, 6 obydwóch elektrod pozostawiono swobodny obszar powierzchni nie pokrytej materiałem przewodzącym. Każda para pasków 5, 6 oraz znajdujący się między ich zakończeniami swobodny obszar powierzchni płytki tworzą elementarny przetwornik piezoelektryczny, w którym następuje przekształcenie energii elektrycznej w energię drgań mechanicznych. Paski 5, 6 elektrod pobudzających są ukształtowane tak, że zbiór punktów geometrycznych środków elementarnych przetworników tworzy figurę geometryczną, przedstawioną na fig. 1 linią

przerwaną. Jeżeli do zacisków 17, 18 zostanie doprowadzone przemienne napięcie V_1 o częstotliwości f , wówczas w płytce 2 zostanie wytworzona fala powierzchniowa, rozchodząca się od środka 0 w kierunkach 21, 22 ku przeciwnym krawędziom płytki 2. W pobliżu krawędzi płytki 2 są nałożone na powierzchnię 1 elektrody dwóch identycznych przetworników wyjściowych 3, 4, 11, 12 oraz 9, 10, 13, 14. Każdy z tych przetworników jest zrealizowany z elektrod grzebieniowych i jest przeznaczony do przekształcania mechanicznej energii drgań powierzchniowych w energię elektryczną.

Elektrody przetworników odbierających energię fal powierzchniowych są połączone ze sobą tak, że na zaciskach wyjściowych 15, 16 napięcie wyjściowe jest równe zeru, o ile płytka jest jednorodna w całej swej objętości i o ile cały zespół przetworników pobudzających i odbierających jest symetryczny względem środka geometrycznego powierzchni płytki 2.

Przy pobudzeniu w płytce 2 fali powierzchniowej rozchodzącej się w kierunkach 21, 22, pobudza się w płytce również fala objętościowa, której drogi rozchodzenia się wewnątrz płytki 2 są zaznaczone strzałkami 23, 24. Przy omówionym wyżej połączeniu układu elektrod składowa napięcia wyjściowego V_0 wywołana powstaniem w płytce 2 fal objętościowych również jest równa zeru.

Aby zapewnić najbardziej efektywne przekazywanie energii od zacisków wejściowych 17, 18 do zacisków wyjściowych 15, 16, według wynalazku, między przetwornikiem pobudzającym drgania powierzchniowe 5, 6, 7, 8, a co najmniej jednym z przetworników odbierających 9, 10, 13, 14 umieszcza się połączoną z punktem zerowym układu elektrodę 20 nałożoną na powierzchnię płytki 2. Umieszczenie warstwy przewodzącej o potencjale zerowym na powierzchni płytki 2, między przetwornikiem pobudzającym falę powierzchniową a przetwornikami odbierającymi, powoduje zmianę fazy drgań powierzchniowych rozchodzących się w kierunku, gdzie jest umieszczona elektroda ekranująca.

Jednakże korzystnym jest umieszczenie drugiej elektrody 19 przesuwającej fazę na drodze rozchodzenia się drugiej fali powierzchniowej. Jeżeli te dwie elektrody 19, 20 przesuwające fazę będą miały różne szerokości, wówczas wpływ wywierany przez nie na fazę drgań rozchodzących się odpowiednio w kierunkach 21, 22 będzie niejednakowy.

Elektrody przesuwające fazę nie wywierają przy tym żadnego wpływu na rozchodzenie się fal objętościowych 23, 24. Przy odpowiednim doborze stosunku szerokości elektrod 19, 20, przesuwających fazę, różnica faz drgań powierzchniowych w punktach umiejscowienia zespołów elektrod 3, 4, 11, 12 oraz 9, 10, 13, 14 będzie wynosiła Π . Wówczas na zaciskach wyjściowych 15, 16 otrzymuje się maksymalne napięcie V_0 .

Elektrody 19, 20 przesuwające fazę mogą być wytworzone na powierzchni 1 płytki 2 poprzez naparowanie próżniowe, lub innym znanym sposobem. Jako materiał na elektrody przesuwające fazę, może być wykorzystane aluminium lub inny

metal, na przykład złoto — w zależności od tego jak wielką różnicę faz rozchodzących się w różnych kierunkach fal powierzchniowych chce się uzyskać.

5 Rozmieszczenie przetworników odbierających energię fal powierzchniowych oraz wzajemne połączenie elektrod powinny być takie, aby przy doprowadzeniu sygnałów wejściowych do zacisków 17, 18 na zaciskach wyjściowych otrzymać napięcie
10 równe zeru.

Po czym nałożenie elektrody przesuwającej fazę na powierzchni między przetwornikiem pobudzającym fale powierzchniowe a jednym z przetworników odbierających te fale powoduje, że przy
15 tym przyłożeniu napięcia do zacisków wejściowych 17, 18 na zaciskach wyjściowych 15, 16 pojawia się napięcie V_0 różne od zera. Wymiary, usytuowanie i materiał elektrody przesuwającej fazę wpływa na amplitudę i/lub fazę fal powierzchniowych.

20 W przypadku filtru przedstawionego na fig. 1 zaciski 15, 16 mogą być wykorzystane jako zaciski wejściowe, do których doprowadza się sygnały elektryczne, wówczas zaciski 17, 18 są zaciskami wyjściowymi. Kształt elektrod, do których są załączone zaciski 15, 16 może być dowolny. Mogą być
25 to elektrody w kształcie grzebieni z paskami przewodzącymi jednakowej lub różnej długości.

Na figurze 2 przedstawiono filtr piezoelektryczny w widoku z góry. Filtr taki może być zastosowany w odbiorniku telewizyjnym jako filtr pasmowy we wzmacniaczu częstotliwości pośredniej toru wizji.

Płytką, z której jest wytworzony filtr, jest wycięta z niobianu litu i ma postać równoległoboku, na którego górnej wyszlifowanej odpowiednio powierzchni 1 są ułożone przetwornik wzbudzający i przetworniki odbierające. Wyprowadzenia elektrod 11, 7, 13 są ze sobą połączone mostkami łączącymi 44, 42 i 43, dzięki czemu zapewniona jest
35 możliwość połączenia elektrod 19, 20 przesuwających fazę z punktem zerowym przy późniejszym ich nałożeniu.

Elektrody 19 i 20 przesuwające fazę są nakładane na powierzchnię płytki piezoelektrycznej metodą naparowania próżniowego lub natryskiwania — przy wykorzystywaniu odpowiednio ukształtowanej maski. Dzięki zastosowaniu wyprowadzeń 44, 42, 43, po nałożeniu elektrod przesuwających fazę, od razu zapewnione jest ich właściwe połączenie z odpowiednimi elementami przetworników. Na zakończenie należy jedynie dołączyć odpowiednie elektrody odpowiednich przetworników punktów
40 wyprowadzeniowych.

Wymiary gabarytowe filtru są zasadniczo określone wymiarami środkowego przetwornika wzbudzającego w płytce piezoelektrycznej powierzchniowe fale sprężyste.

Znane jest, że charakterystyka przenoszenia filtru jest przekształceniem Fourier'a odpowiedzi filtru na pobudzający impuls Diraca. Synteza tej odpowiedzi jest dokonywana na drodze eksperymentalnej.

Próby są wykonywane przez badanie właściwości elementarnych przetworników, z których jest

utworzony przetwornik środkowy. Jak to uwidocz-
niono na fig. 2 każdy elementarny przetwornik
przetwornika środkowego składa się z dwóch pas-
ków przewodzących, z których jeden należy do
zbioru pasków tworzących jedną z elektrod grze-
bieniowych 8, a drugi należy do zbioru pasków
tworzących drugą elektrodę grzebieniową 7. Mię-
dzy końcami tych dwóch pasków przewodzących
pozostawiono wolny obszar.

Zbiór punktów geometrycznych środków tych
wolnych obszarów wszystkich przetworników ele-
mentarnych przetwornika środkowego stanowi
krzywą odwzorowującą charakterystykę częstotli-
wościową przenoszenia filtru $H(f)$. Krzywa ta jest
przedstawiona na fig. 3 i świadczy o tym, że filtr
przedstawiony na fig. 2 jest filtrem pasmowo —
przepustowym, którego częstotliwość środkowa jest
równa f_0 . Prosta pozioma 34 odwzorowuje poziom
sygnałów zakłóceń spowodowanych falami
objętościowymi wytworzonymi w płytce piezoele-
ktrycznej.

Poziom ten jest znacznie obniżony na skutek
zastosowania rozwiązania według wynalazku. Po-
za tym, co należy szczególnie podkreślić, współ-
czynnik przenoszenia filtru w paśmie przenoszenia
jest dość duży, gdyż wykorzystuje się sumowanie
energii fal rozchodzących się w dwóch kierunkach
wytworzanych przez przetwornik środkowy.

Należy przy tym zaznaczyć, że w przypadku fil-
trów elektromechanicznych według wynalazku
przeznaczonych do zastosowania w filtrach czę-
stotliwości pośrednich w torach sygnału wizyjnego
odbiorników telewizyjnych, przetworniki końcowe
są umieszczane w odstępach równym około 1 cm.
Daje to ogólny pogląd na wymiary geometryczne
płytki podłoża dla takiego filtru.

Elektrody 19, 20 przesuwające fazę drgań po-
wierzchniowych, usytuowane na drodze rozchodze-
nia się fal powierzchniowych od przetwornika
środkowego, ku przetwornikom końcowym, mogą
być wytworzone w dowolnej technologii.

Można na przykład, jak to uwidoczono na
częściowym przekroju fig. 4, utworzyć między
przetwornikiem środkowym 5, 6 a przetwornikiem
kończącym 9, 10 miseczkę 30 uzyskaną przez eroz-
ję jonową powierzchni 1 płytki, stanowiącej pod-
łoże filtru.

Ponieważ wspomniana miseczka nie zapewnia
przesuwu fazy, warstwa przewodząca 31 połączona
z masą może być ułożona w tym celu w pobliżu
przetwornika.

Na figurze 5 uwidoczono inny przykład wy-
tworzenia elektrod przesuwających fazę, polegają-
cy na zastosowaniu wstrzykiwania jonowego, ce-
lem miejscowego zmodyfikowania własności fizycz-
nych podłoża 2. W przypadku zastosowania płytki
wyciętej z kryształu kwarcu, przez wstrzykiwanie
jonowe można utworzyć strefę bezpostaciową 32,
w której powierzchniowe fale sprężyste rozchodzą
się szybciej, aniżeli w sąsiednich strefach krystal-
icznych. Do zapewnienia przesuwu fazy można
również zastosować warstwę przewodzącą 31 po-
łączoną z masą.

Pomimo, że opis dotychczasowy dotyczy tylko
przypadku filtrów elektromechanicznych, jest rów-

nież rzeczą możliwą zastosować zasadę wynalaz-
ku przy projektowaniu linii opóźniającej z po-
wierzchniowymi falami sprężystymi, jak również
każdego innego zespołu z falami powierzchniowy-
mi, zapewniającego przetwarzanie kodowanych
sygnałów elektrycznych przez odpowiednie filtrowanie.

Zastrzeżenia patentowe

1. Filtr elektromechaniczny, w którym pobudza-
ne są powierzchniowe fale sprężyste, zrealizowany
na podłożu z materiału piezoelektrycznego, skła-
dający się z przetwornika środkowego wytwarza-
jącego fale sprężyste powierzchniowe i objętościo-
we, rozchodzące się w dwóch przeciwnych kierun-
kach od środka geometrycznego przetwornika środ-
kowego, przy czym przetwornik środkowy zawiera
dwie elektrody grzebieniowe, z których każda
jest ukształtowana z wielu pasków przewodzących,
połączonych jednym końcem z przyporządkowa-
nym paskiem łączącym, będącym podstawą elek-
trody, oraz dwóch przetworników końcowych usy-
tuowanych w pobliżu obu krawędzi podłoża piezo-
elektrycznego z obu stron przetwornika środkowe-
go, z których każdy składa się z dwóch elektrod
grzebieniowych i z których każdy jest przeznaczony
do odbioru fal sprężystych, generowanych przez
przetwornik środkowy, przy czym te dwa prze-
tworniki końcowe są usytuowane w jednakowej
odległości od środka geometrycznego przetwornika
środkowego, w którym to przetworniku środko-
wym paski przewodzące elektrod mają różne dłu-
gości, a wolne od warstwy przewodzącej obszary
między dwoma naprzeciwległymi paskami prze-
wodzącymi są tak rozmieszczone, że odwzorowują
charakterystykę częstotliwościową przenoszenia fil-
tru elektromechanicznego, **znamienny tym**, że pier-
wsza elektroda (11) pierwszego przetwornika koń-
cowego i pierwsza elektroda (14) drugiego prze-
twornika końcowego są połączone razem i dołączo-
ne do wspólnego punktu (16) filtru, będącego jed-
nym z jego zacisków wyjściowych, druga elektroda
(12) pierwszego przetwornika końcowego i dru-
ga elektroda (13) drugiego przetwornika końcowe-
go są połączone razem i dołączone do drugiego
zacisku wyjściowego (15) filtru tak, iż składowa
sygnału wyjściowego filtru indukowana objętościo-
wymi falami sprężystymi, wytwarzanymi przez
przetwornik środkowy, jest zasadniczo równa zeru,
a między przetwornikiem środkowym (8, 7) i przy-
najmniej jednym z przetworników końcowych (11,
12, 13, 14) usytuowanych w pobliżu krawędzi pod-
łoża piezoelektrycznego (2) usytuowana jest elek-
troda (19, 20) przesuwająca fazę, połączona ze
wspólnym punktem filtru, która powoduje prze-
suniecie fazowe w jednym z dwóch torów propa-
gacji sprężystych fal powierzchniowych względem
drugiego toru propagacji, na skutek czego napię-
cia indukowane przez fale powierzchniowe odbie-
rane przez przetworniki końcowe (11, 12, 13, 14)
dodają się.

2. Filtr według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ele-
ktrody (19, 20) przesuwające fazę, usytuowane na

powierzchni (1) podłoża piezoelektrycznego (2) między przetwornikiem środkowym (8, 7) a przetwornikami końcowymi (12, 11, 14, 13) usytuowanymi z obu stron przetwornika środkowego (8, 7) w pobliżu krawędzi powierzchni (1) podłoża piezoelektrycznego (2), mają niejednakowe szerokości.

3. Filtr według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że elektrody (19, 20) przesuwające fazę stanowią obszary powierzchni (1) podłoża piezoelektrycznego (2), na których są wytworzone warstwy przewodzące w technologii naparowania próżniowego metalu lub natryskiwania metalu.

4. Filtr według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że elektrody (19, 20) przesuwające fazę stanowią obszary powierzchni (1) podłoża piezoelektrycznego (2), na których warstwy przewodzące są utworzone we wgłębieniu (30) w podłożu piezoelektrycznym (2) wytworzonym w technologii erozji jono-

wej.

5. Filtr według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że elektrody (19, 20) przesuwające fazę stanowią obszary powierzchni (1) podłoża piezoelektrycznego na których warstwy przewodzące są wytworzone w technologii wstrzykiwania jonowego.

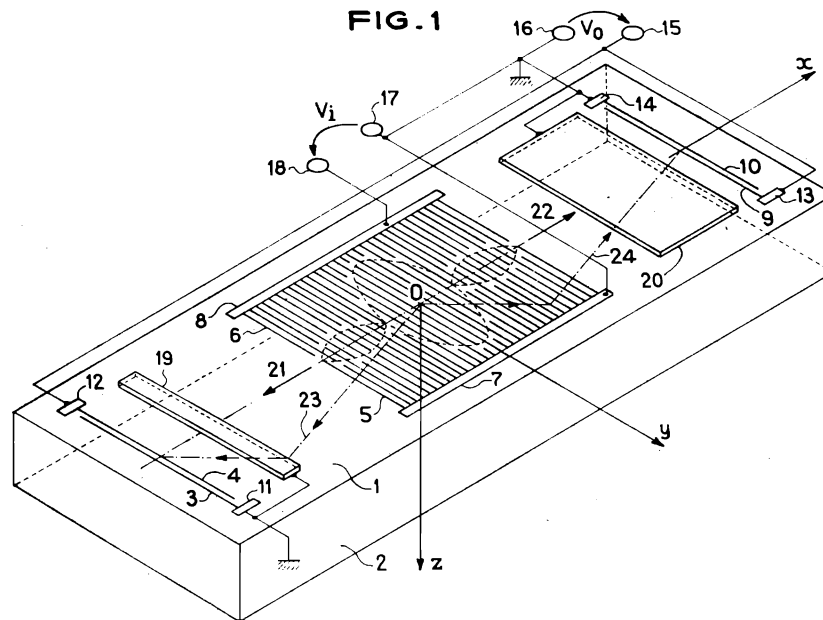


FIG. 2

