

20 sierpnia 1929 r.

H03b 5/32



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ OPIS PATENTOWY

Nr 10269.

Kl. 21 a⁴ s.

Erich Giebe
(Berlin, Niemcy)
i Adolf Scheibe
(Berlin, Niemcy).

Sposób piezoelektrycznego wzbudzania elastycznych drgań poprzecznych i skręcających.

Zgłoszono 24 stycznia 1928 r.

Udzielono 12 kwietnia 1929 r.

Pierwszeństwo: 28 stycznia 1927 r. (Niemcy).

Wszystkie dotychczas znane sposoby piezoelektrycznego wzbudzania drgań sprężystych w kryształach polegają na tem, że zapomocą elektrycznego pola zmiennego, przechodzącego przez kryształ, wskutek wzajemnego oddziaływania piezoelektrycznego, zostają wytwarzane i wymuszane okresowe rozszerzenia się i sprężania, przejawiające się w postaci drgań podłużnych, których amplituda wzrasta, gdy częstotliwość pola wzbudzającego odpowiada częstotliwości jednego z podłużnych drgań własnych kryształu (drgań podstawowych lub drgań wyższego rzędu).

Według niniejszego wynalazku, w przeciwieństwie do tego, są wykorzystane drga-

nia zginające (drgania poprzeczne) i drgania skręcające. Specjalne środki, zapomocą których wymuszane są tego rodzaju drgania, stanowią przedmiot niniejszego patentu. Zasada niniejszego wynalazku wyjaśniona będzie na kilku przykładach, w których jako materiał piezoelektryczny stosuje się kryształ górski (kwarc) o geometrycznej postaci możliwie najprostszej, mianowicie w kształcie pręta o prostokątnym przekroju poprzecznym. Należy jednak zaznaczyć, że kształt i rodzaj kryształu nie posiadają żadnego znaczenia dla istoty wynalazku.

Poniżej określa się trzy osie kryształu górskiego:

1. oś optyczna jako kierunek Z.
2. trzy osie boczne, jako osie elektryczne oraz kierunek jednej osi bocznej jako kierunek X.

3. trzy osie, leżące w jednej płaszczyźnie, jak to określa punkt 2, lecz przecinające tę płaszczyznę wszędzie pod jednakowym kątem (fig. 6a), jako osie obojętne (naturalne), a kierunek jednej osi obojętnej określa się jako kierunek Y.

Te trzy kierunki X, Y, Z tworzą prostokątny układ współrzędnych.

W celu łatwiejszego zrozumienia poniższego opisu, na fig. 1a i 1b przedstawiony jest układ Cady'ego do wzbudzania drgań podłużnych. Układ ten stanowi w zasadzie kondensator, którego okładziny (elektrody) E_1 , E_2 wytwarzają pole, zaś pręt kwarcowy Q stanowi dielektryk, którego orientacja uwidoczniła jest przy pomocy obok narysowanego układu współrzędnych X, Y, Z.

Działanie pola elektrycznego (oddziaływanie piezoelektryczne) polega tutaj na rozszerzaniu się pręta w kierunku Y i jednoczesnego sprężania się w kierunku X, lub też odwrotnie. Pole elektryczne jest przy tym układzie jednorodne, zarówno w każdym poszczególnym przekroju poprzecznym, jak i na całej długości pręta. Powstają wtedy drgania podłużne. Aczkolwiek również i w razie gdy elektrody E_1 , E_2 są krótsze od długości pręta, np. pokrywają małą tylko część długości sztabki (patrz np. układy E. Giebe'go i A. Scheibe'go E. T. Z. 47, 380, 1926), a więc gdy nie może być mowy o polu jednorodnym, to jednak w obrębie każdego pojedynczego przekroju poprzecznego, pole elektryczne jest co do natężenia i kierunku wszędzie jednakowe i zmienia się od jednego przekroju poprzecznego do drugiego pod względem natężenia, nie zmieniając widocznie kierunku. Mała część objętości pręta, leżąca pomiędzy krótkimi elektrodami, odkształca się równomiernie w każdym punk-

cie, wskutek czego mogą powstać tylko drgania podłużne.

I. Przykładowy układ dla piezoelektrycznego wzbudzania drgań poprzecznych według niniejszego wynalazku uwidoczniła fig. 2a i 2b. Orientacja sztabki kwarcowej w stosunku do osi kryształu jest taka sama, jak i w znanych układach, przedstawionych na fig. 1a i 1b. Zamiast dwóch elektrod, jak to ma miejsce w układach według fig. 1a i 1b, zastosowano tutaj cztery elektrody E_1 do E_4 , które połączone są po dwie, w sposób określony oznaczeniami biegunowemi „+” i „—” i znajdują się pod napięciem zmiennym. Dzięki takiemu układowi i rodzajowi połączeń elektrod, powstaje niejednorodne pole elektryczne, przyczem w jednej połowie przekroju posiada ono kierunek przeciwny niż w drugiej. Pole elektryczne pomiędzy E_1 i E_2 wytwarza w górnej połowie pręta sprężenie w kierunku X oraz rozszerzanie w kierunku Y lub też odwrotnie, pole zaś pomiędzy E_3 i E_4 , wywołuje w tym samym momencie w dolnej połowie rozszerzanie w kierunku X oraz sprężanie w kierunku Y (lub odwrotnie). Wskutek takich odkształceń powstają okresowe wygięcia pręta, wywołujące drgania rezonansowe, jeżeli częstotliwość wzbudzającego napięcia zmiennego równa się własnej częstotliwości poprzecznej pręta. Wyginanie pręta odbywa się w kierunku osi Z.

II. W mniejszym stopniu mogą być wzbudzane drgania poprzeczne, jeżeli jedna para elektrod, na przykład górna E_1 i E_2 , jest usunięta. Wtedy pole elektryczne, aczkolwiek nie posiada w górnej połowie kierunku przeciwnego, to jednak ma bardzo małe, prawie znikome, natężenie w stosunku do pola pomiędzy E_3 i E_4 . Wskutek tego odkształcana zostaje tylko dolna połowa pręta, co również wywołuje wyginanie.

III. Sposób, w jaki według niniejszego wynalazku wzbudzać można pręt, ułożony

w stosunku do osi kryształu tak samo jak i przy układach według fig. 2a i 2b, do drgań poprzecznych w kierunku osi elektrycznej, uwidocznia przykład układu, przedstawiony na fig. 3. Stosuje się tutaj także cztery elektrody, które nie są jednakże umieszczone w ten sam sposób, co i na fig. 2a jedna nad drugą w kierunku Z, lecz jedna obok drugiej w kierunku Y. Elektrody połączone są po dwie według oznaczeń biegunów „+” i „—” i znajdują się pod napięciem zmiennem. Zasada polega tutaj również na tem, że dzięki układowi i połączeniu elektrod w objętości pręta, znajdującej się pomiędzy elektrodami, wytwarza się pole elektryczne, które zmienia się w zależności od natężenia i kierunku i posiada taką niejednorodność, że powstają wygięcia, a tem samem drgania poprzeczne w kierunku X.

IV. Orientacja pręta może nie być taka sama, jak to założone było dotychczas według fig. 1—3, bowiem według wynalazku można wzbudzać drgania poprzeczne również w pręcie inaczej ułożonym. Uwidocznia to przykład według fig. 4, w którym podłużna oś pręta posiada kierunek X, a nie jak uprzednio — kierunek Y. Stosuje się znowu cztery elektrody, ułożone biegunami w sposób oznaczony i umieszczone jedna obok drugiej w kierunku X. Tutaj, w górnej połowie pręta, według rysunku w tej jej części, która leży pomiędzy elektrodami, wytwarza się zapomocą elektrod E_1 , E_2 mniejsze lub większe rozszerzanie, a jednocześnie w dolnej połowie — sprężanie w kierunku X, wskutek czego powstają znowu drgania wyginające w kierunku Y.

V. W układzie według fig. 4 można, na tej samej zasadzie co i w stosunku do układu na fig. 2, wzbudzać zapomocą dwóch elektrod E_1 , E_2 lub E_3 , E_4 , zamiast zapomocą czterech elektrod, drgania poprzeczne, aczkolwiek nieco trudniej.

VI. Jeżeli w układzie elektrod według fig. 4 obrócić pręt o kąt 90° naokoło osi X,

przy pozostawieniu elektrod w ich płaszczyźnie, tak że oś Z leży w płaszczyźnie rysunku, zaś oś Y znajduje się w położeniu do niej prostopadłym, to przy jednakowym połączeniu elektrod wzbudzających powstają drgania poprzeczne w kierunku osi optycznej.

VII. Drgania skręcające mogą być wytwarzane według układu przedstawionego, np. na fig. 5a i 5b dla pręta, ułożonego zgodnie z rysunkiem. Cztery elektrody, umieszczone jedna nad drugą, licząc w kierunku Z, są znowu połączone parami według jednakowych znaków. Niejednorodność pola jest tego rodzaju, że powstają skręcania naokoło podłużnej osi kryształu.

Opisane układy są jedynie przykładami. Mogą być one zmieniane w najrozmaitszy sposób. Istotnem znamieniem niniejszego wynalazku jest zastosowanie, w określony sposób i w określonych kierunkach, niejednorodnych pól do piezoelektrycznego wytwarzania odkształceń, wywołujących wyginania lub skręcania. Zamiast kwarcu mogą być zastosowane również i inne kryształy piezoelektryczne. Układ, ilość i połączenie elektrod winny być wtedy dobrane odpowiednio do szczególnych właściwości piezoelektrycznych każdego rodzaju kryształu. Zamiast prętów można zastosować również i inne formy geometryczne, np. płytki, pierścienie lub inne postacie.

VIII. Na fig. 6a przedstawiony jest na przykład układ do pobudzania pierścienia z kwarcu do drgań poprzecznych. Oś optyczna jest prostopadła do płaszczyzny pierścienia, a więc do płaszczyzny rysunku. Osie elektryczne oznaczone są swemi oznaczeniami. W takim pierścieniu wektor piezoelektryczny zmienia się wzdłuż obwodu zależnie od wielkości i kierunku, po obydwóch stronach osi obojętnej wektor posiada znaki przeciwne. Można wskutek tego zapomocą dwóch elektrod E_1 , E_2 , umieszczonych na jednej osi obojętnej, jak

to wskazuje fig. 6a, wytwarzać niejednorodne odkształcania, potrzebne do drgań poprzecznych w płaszczyźnie pierścienia.

Pierścień może być wzbudzany również i w jednej osi elektrycznej. Wtenczas stosuje się odpowiednie cztery elektrody, jak to uwidocznia fig. 6b, których łączenie parami winno być dokonane według jednakowych znaków.

Zapomocą układów elektrod, podobnych jak przy zastosowaniu pręta, pierścienie mogą być wzbudzane w drgania skręcające lub poprzeczne prostopadle do płaszczyzny pierścienia.

IX. Zupełnie inny kształt kawałka kryształu oraz odpowiedni układ elektrod do drgań poprzecznych przedstawia fig. 7.

X. W układach poprzednich zastosowane są dwie lub cztery elektrody.

Dla uzyskania silniejszego wzbudzania drgań może być często korzystnym zastosowanie większej ilości elektrod, których pola oddziałują na różne miejsca prętów i przy prawidłowym ułożeniu biegunów wspomagają się w swem działaniu.

XI. Powstanie rezonansu pomiędzy częstotliwością poprzecznych lub skręcających drgań pręta a częstotliwością przyłożonego pola zmiennego, jak również rząd każdorazowych drgań wyższego rzędu może być poznane zapomocą zjawiska świecenia pręta kryształu, drgającego w próżni oraz podług figury świetlnej (patent niemiecki Nr 467629).

Próżnia powoduje jednocześnie zmniejszenie tłumienia.

O technicznych zaletach niniejszego wynalazku można powiedzieć, co następuje.

1. Kryształy, dające drgania poprzeczne lub skręcające, mogą być zastosowane do tych wszystkich celów, gdzie dotychczas używano drgań podłużnych.

2. Drgania skręcające i poprzeczne, których piezoelektryczne wzbudzenie jest umożliwione dzięki niniejszemu wynalazkowi,

dają tę korzyść w porównaniu z drganiami podłużnymi, że objęty jest znacznie większy zakres częstotliwości sprężystych drgań własnych. Jest rzeczą znaną, że wskutek naturalnego ograniczenia wielkości kryształów, pręty kwarcowe, o długości większej od 10—15 cm w praktyce nie są wykonalne. Najmniejsze podłużne częstotliwości własne takich prętów wynoszą około 20000 do 30000 okresów/sek. W przeciwieństwie do tego najmniejsze poprzeczne częstotliwości własne prętów o tej samej długości leżą pomiędzy 1000—3000 okr./sek, a więc w słyszalnym zakresie częstotliwości.

3. Przy drganiach poprzecznych i skręcających można przez umocowanie ciężarków na kawałkach kryształu (np. na prętach kryształowych) wywierać wpływ na częstotliwości rezonansowe, a zwłaszcza zmniejszać je do bardzo małej ilości drgań, co nie daje się skutecznie przy drganiach podłużnych.

4. Prętów kwarcowych mniejszej częstotliwości własnej można używać do tego samego celu co i widełek strojowych, bowiem pręty te wzbudzone piezoelektrycznie dają precyzyjne normy tonów.

5. Dla zakresu wielkiej częstotliwości, stosowanego w telegrafii bez drutu, wynika z tego ta korzyść, że poprzeczne częstotliwości własne posiadają drgania znacznie wyższych rzędów, a więc rozmieszczone są w tym zakresie znacznie gęściej, aniżeli podłużne częstotliwości własne. Przy zastosowaniu drgań poprzecznych ma się do rozporządzenia w jednakowym zakresie znacznie więcej częstotliwości normalnych, aniżeli przy drganiach podłużnych.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sposób piezoelektrycznego wzbudzania poprzecznych drgań elektrycznych (drgań zginających) lub drgań skręcających kryształów piezoelektrycznych dla

rezonatorów i oscylatorów do celów elektrycznych, określania częstotliwości i tym podobnych celów, znamienny tem, że za pomocą układu, sposobu połączenia i kształtu większej liczby elektrod, podlegających napięciu zmiennemu w pewnych kierunkach, określanym położeniem osi danego kryształu, wytwarza się w kryształach zmieniające się, zależnie od natężenia lub kierunku, lub też zależnie od obydwóch warunków, elektryczne pole zmienne, którego niejednorodność jest tego rodzaju, iż odkształcenia sprężyste, wywołane wzajemnym oddziaływaniem piezoelektrycznym, powodują okresowe wyginanie kryształu, względnie jego skręcania.

2. Układy według zastrz. 1, znamienne tem, że kryształy są zmontowane w

próżni w celu zmniejszenia lub zupełnego usunięcia tłumienia powodowanego przez powietrze.

3. Układ według zastrz. 1, znamienny tem, że kryształy są zmontowane w próżni w celu uwidoczniania elastycznych drgań wyginających i skręcających za pomocą zjawisk świetlnych.

4. Układ według zastrz. 1, znamienny tem, że za pomocą umocowania na kryształach ciężarków, na przykład na pręcie kryształowym, wpływa się na jego własne częstotliwości.

Erich Giebe.
Adolf Scheibe.
Zastępca: Inż. Cz. Raczyński,
rzecznik patentowy.

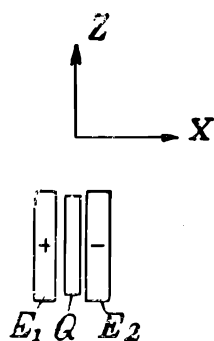


Fig. 1a.

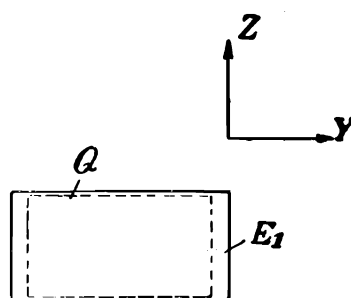


Fig. 1b.

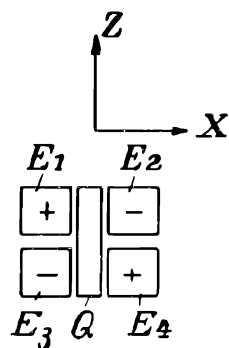


Fig. 2a

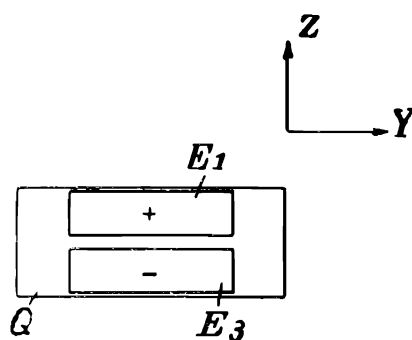


Fig. 2b.

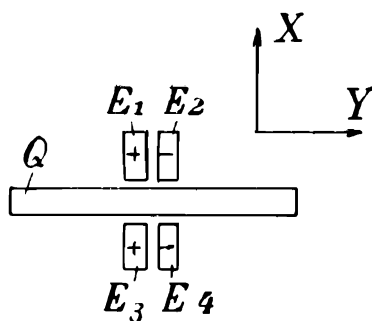


Fig. 3.

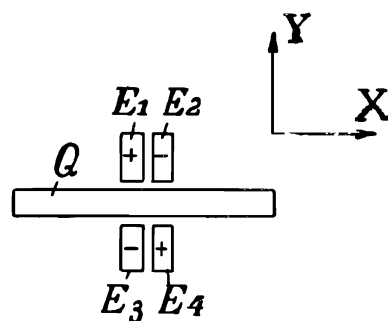


Fig. 4.

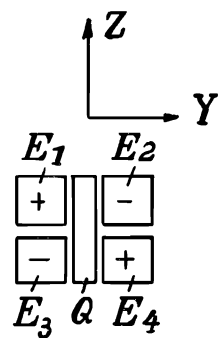


Fig. 5a.

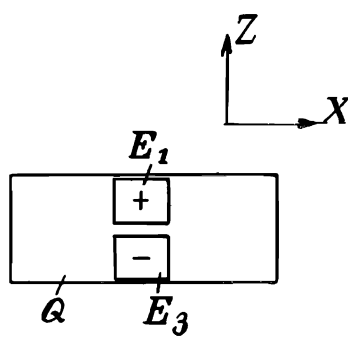


Fig. 5b.

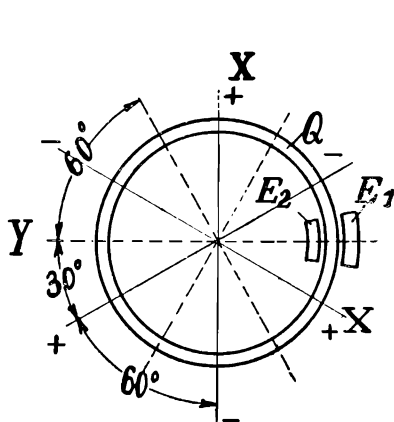


Fig. 6a.

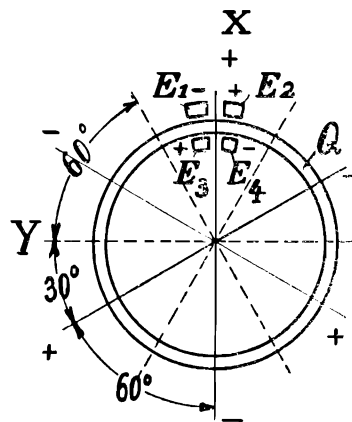


Fig. 6b.

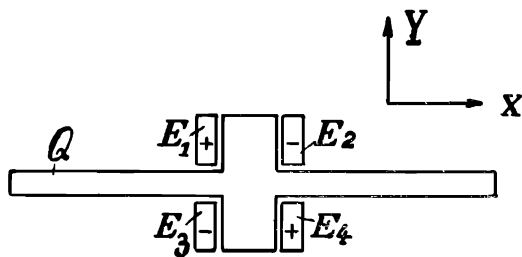


Fig. 7.