

Piezoelektromos Rezgőnyelvek Mesterséges Kochleához

Rövid Összefoglalás

Konzulens: Dr Volk János

Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Információs Technológiai és Bionikai Kar
MTA EK MFA, Budapest

A kochlea a belső fülben található, hallásért felelős csiga alakú szerv, melyben a hanghullámok keltette rezgéseket a szőrsejtek alakítják át elektromos jellé. A kochlea a hang frekvencia analízisét a hely elv (tonotópia) alapján végzi. A mozgásba került alaphártyán (membrana basilaris) lévő szőrsejtek a hullámoknak megfelelően jönnek ingerületbe. Az emberi csigában kb. 3500 belső és 12-20 000 külső szőrsejt található. A kochlea bázisán, az ovális ablakhoz (foramen ovale) közel érzékeljük a magas, míg a csúcsa felé a mélyebb hangokat. A teljes érzékelési tartomány az ember esetében 20 Hz-20 kHz-ig terjed. A belső fül tehát egy igen kifinomult szerv, mely sokféle módon károsodhat a magzati korban és a születés körüli időszakban egyaránt (pl. vírusfertőzések, agyhártyagyulladás stb. útján). Ezért nagy az igény olyan kochleáris implantátumokra (cochlear implant, CI), melyekkel a siketek újra hallhatnak. Bár az utóbbi években egyre nagyobb számban alkalmaznak CI beültetéseket, a felhasznált rendszerek több szempontból sem ideálisak: szükség van külső és belső egységekre, gyakran kell bennük elemet cserélni, alacsony számú frekvencia csatornát alkalmaznak (20-32) és rendkívül drágák (>10 000 USD). Ez adta a motivációt, hogy olyan szenzorokkal foglalkozzunk, melyek az analóg jeleket hangprocesszor alkalmazása nélkül, a csiga tonotópiájának megfelelően közvetlenül továbbítják a hallóidegek felé. Ennek egyik lehetséges módja, hogy különböző hosszúságú piezoelektromos rezgőnyelveket alkalmazunk, melyek rezonancia-frekvenciáját a geometria határozza meg. A kis méret és a piezoelektromosság révén nem kizárt, hogy a jövőben sikerül egy külső egység és áramforrás nélküli CI megvalósítása.

A TDK munkám során vizsgált rezgőnyelvek egykristályos szilíciumból lettek kialakítva ún. SOI (silicon-on-insulator) szeleteken. Egy-egy chipen 4x4 különböző hosszúságú spirális geometriájú rezgőnyelv található. A kis méretből eredő természetes rezonanciafrekvencia emelkedést a rezgőnyelvek végén kialakított inerciális tömegekkel igyekeztünk kompenzálni. A rezgési energia átalakítását egy alul-felül fémréteggel ellátott piezoelektromos AlN réteg ($d_{33} \sim 6 \text{ pm/V}$) biztosította. Az érzékeny rezgőnyelvek piezokristállyal közvetlenül vagy közös hangszoróval egyaránt gerjeszthetők, melyről videó felvétel is készült. A szenzorok karakterizálására létrehoztam egy mérési rendszert, amelyben először a szenzorokat egy nyomtatott áramkörbe illesztettem. Ezután egy jelgenerátorral meghajtott piezokristállyal vizsgáltam a szenzorok frekvenciaszelektivitását szabad szemmel, mikroszkóp alatt, valamint egy lézeres mérőrendszer segítségével. A minősítés során kiderült, hogy a legyártott szenzorok rezonanciafrekvenciái általában jól elkülönülnek egymástól és a 200-1088 Hz-es frekvenciatartományba esnek. A kikötött rezgőnyelveket elektromos szempontból is vizsgáltam. Oszilloszkóppal figyeltem meg, hogy rezonanciafrekvencián mekkora piezoelektromos feszültség keletkezik a szenzorokon. A dolgozat főbb részei: i) a kochlea bemutatása, ill. annak ismertetése, hogyan veheti át egy rezgőnyelv mátrix a hallási funkciókat; ii) tervezési és gyártási folyamatok bemutatása; iii) a szenzorok karakterizálása; iv) jövőbeni kutatási tervek.