

SiTime MEMS oszcillátorok - 1. rész



Kiss Zoltán,
okleveles villamosmérnök

Export igazgató,
Endrich Bauelemente
Vertriebs GmbH

A mikro elektro-mechanikai rendszerek (Micro Electro Mechanical Systems - MEMS) a nanotechnológiát ötvözik az elektromechanikával. A MEMS definíciója: a miniatűr mechanikai és elektromechanikai elemek, az őket vezérlő mikroelektronikával kis vákuumkamrába zárt rendszere. A gyártástechnológia az esetek nagy részében a félvezetőgyártás (CMOS) lépéseiből áll, így nagy sorozatban olcsón állíthatók elő ezek a termékek. Az olyan eszközök, mint például a szenzorok, vagy az aktuátorok létrehozhatóak MEMS energia-átalakítókként. Mikro-szenzorok esetén ezek az energia-átalakítók a mért mechanikai jelet elektromos jellé alakítják. A MEMS gyártástechnológiából adódó költségcsökkentés és a miniatürizálás nyújtotta előnyök számos érdekes felhasználási területen nyitnak utat ezeknek az eszközöknek. Egy ilyen felhasználás a MEMS rezonátorokon alapuló oszcillátorokkal történő időzítés. Ez az írás a SiTime MEMS megoldásain keresztül igyekszik bemutatni a technológiát.

HAGYOMÁNYOS REZONÁTOROK ÉS OSZCILLÁTOROK

A rezonátor olyan eszköz, ami egy kitüntetett frekvencián, az úgynevezett rezonancia frekvencián nagyobb amplitúdóval rezeg, mint másutt. Ez a rezgés lehet elektromágneses, vagy mechanikai jellegű, kelthet rezgéshullámokat, vagy kiválaszthat speciális frekvenciákat egy adott jelből. A széleskörűen használt hagyományos kristály-oszcillátorok egy piezoelektromos anyagból növesztett

kristály (pl kvarc) mechanikus rezgéseit használják fel egy rendkívül precízen beállított frekvenciájú elektromos jel létrehozásához, ami mikro-proceszorok órajeléhez, illetve rádiófrekvenciás rendszerek jeleinek stabilizálásához szükséges.

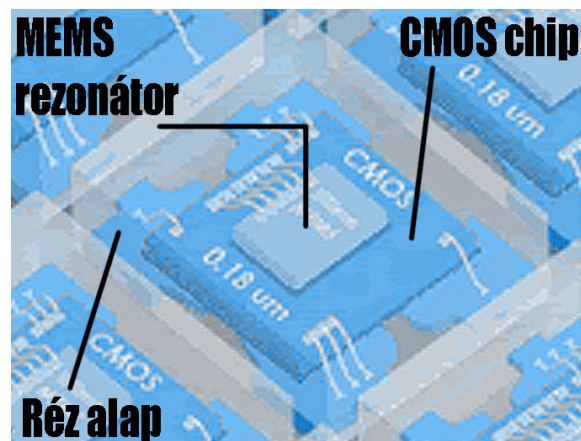
A kvarckristályok a kilohertzestől a megahertzes nagyságrendű frekvenciákra készülnek. A digitális elektronikához szükséges időzítés nem bonyolult, egy piezoelektromos kvarckristály rezonanciájával vezérelt Pierce oszcillátor – megfelelő szűrés és frekvenciaosztás alkal-

mazásával – elegendő a legtöbb feladathoz. Természetesen más piezoelektromos anyagok is léteznek, például kerámia alapú rezonátorokból is készíthető oszcillátor. A hagyományos kvarc oszcillátorok speciális gyártástechnológiát igényelnek, a kristály vágása, szeletelése, csiszolása mind nagy precizitást igénylő feladat, a nagynevű gyártók pedig rendelkeznek a szükséges ismeretekkel és felszereléssel ahhoz, hogy a megfelelő frekvenciákra hangolt eszközöket elkészítsék és azok stabilitását 15-20 évre biztosítsák. Azonban gyakran nincs tapasztalatuk az analóg elektronikában, az analóg chipeket a piacon kell vásárolniuk, ami a minőségi megoldás biztosításának érdekében rengeteg többletköltséget jelent, komplex feladat, ami hosszú szállítási határidőkkel és minőségügyi feladatokkal jár együtt. Másrésztől a félvezető alapú órajártóknak nincs tapasztalatuk a kvarckristályok speciális vákuumzárás kerámia tokozásában, ami feltétele a magas Q faktor elérésének. Így kombinált eszközök helyett a külön tokozott rezonátor és analóg elektronika használatával nehéz megfelelni a piac elvárásának a miniatürizálás terén.

MEMS REZONÁTOROK - SITIME

Az elmúlt néhány évtizedben a kvarckristály alapú oszcillátorok, órajel generátorok és rezonátorok szerepeltek az elsődleges időreferencia alkatrésznek használható eszközök listáján, mivel nem létezett igazi alternatív megoldás. Napjainkban egy új technológia lép előtérbe, melyben MEMS struktúra és az analóg elektronika együttesen épül az IC tokba. A MEMS rezonátor az analóg IC MEMS specifikus áramkörti blokkjához kapcsolódik. Elektrosztatikus gerjesztés útján a MEMS rezonátorban mechanikai rezgés keletkezik, amely érzékelésével és az analóg elektronika segítségével különböző órajel kimenetek építhetők ki az egyszerű félvezető tokozásban.

Az SiTime nevű analóg félvezetőgyártó, melynek a MEMS technológia iránti elkötelezettsége a BOSCH és a Stanford egyetemi gyökerekhez nyúlik vissza, a hagyományos kvarc oszcillátorok kiváltására alkalmas, azoknál fejlettebb, mégis sokszor olcsóbb megoldásokat kínál. Az általuk kínált MEMS / CMOS kombinált chippek több PLL egyidejű alkalmazásával különböző órajel



endrich

components of life



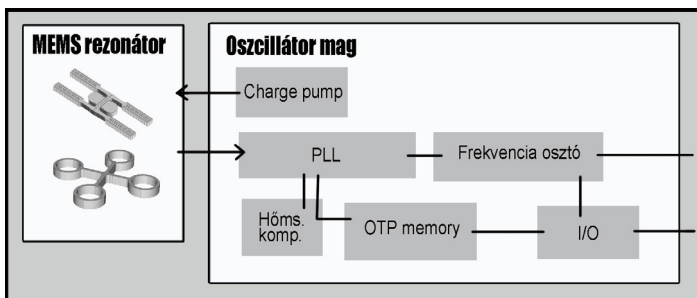
Aktív és passzív alkatrészek - Akusztikai elemek - Kijelzők és beágyazott rendszerek
Nagyfrekvenciás komponensek - Szenzorok - LED világítástechnika - Tápegységek és
elemek - Áramkörvédelem - Elektromechanikai komponensek

<http://www.endrich.com> Tel.: +361 297-4191

Elektronikai alkatrészek és megoldások a fenti területek alkalmazásaihoz

frekvenciát tudnak előállítani egyetlen tokban. Ez a kombinált megoldás szignifikáns előnyökkel bír a méretcsökkentés és az egyszerűsítés lehetőségét biztosítva. Az SiTime eszközei előre programozhatóak és a hagyományos kvarc oszcillátorokat helyettesítik anélkül, hogy az áramkört át kellene tervezni. A programozhatóság flexibilis terméktervezést tesz lehetővé, csökken általa a szállítási határidő és mindeközben jelentős, akár 85%-os méretcsökkenés is elérhető. A gyári programozhatóságon túl a vásárló saját programozó eszközt is rendelhet a gyors prototípus gyártáshoz.

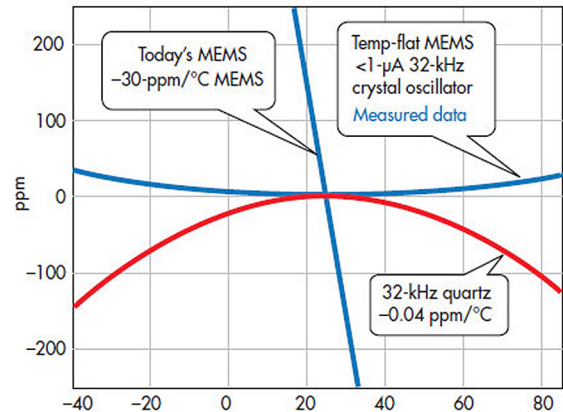
Ahogy azt említettük, az SiTime a MEMS struktúrát és az analóg elektronikát egy chipben egyesítette, így nincs szükség külön tokozni a rezonátort és az elektronikát.



Ahogy az ábrán látható, az eszköz a MEMS rezonátoron kívül hőmérséklet kompenzáló, frekvenciaosztó, I/O driver és egyszer programozható memória áramkört tartalmaz. Az SiTime képes 500 fs jitter elérésére kilohertzes eszközeinél, 0.1 ppm stabilitás és nagyon alacsony (700nA) fogyasztás mellett. A programozhatóság a 6 decimális pontosságú frekvencia mellett kiterjed még a fel- és lefutási időkre is, ami az EMI és a jitter minimalizálásához szükséges.

A MEMS REZONÁTOROK ELŐNYEI A HAGYOMÁNYOS KVARC KRISZTÁLY ALAPÚ OSZCILLÁTOROKKAL SZEMBEN

A MEMS oszcillátorok Achilles sarka a levegő páratartalma, mely a mini rezonátoron kicsapódhat és annak frekvenciáját befolyásolja. Az SiTime által alkalmazott „MEMS-first” gyártási folyamat megoldja ezt a gondot, mert a MEMS beültetése rendkívül nagy hőmérsékleten történik, ami kizárja a pára vagy egyéb gázok bezáródását. A mai napig a legjelentősebb két ok, ami miatt érdemes volt a hagyományos oszcillátor technológiánál maradni az alacsony árak és a kiszámítható hőmérséklet függésük volt (Isd piros vonal az ábrán). A MEMS rezonátor karakterisztikája tipikusan közel vertikális vonal, emiatt ezeknek az eszközöknek a hőmérséklet kompenzáló áramkör elengedhetetlen részük. Eredetileg az SiTime MEMS rezonátorait 30 ppm/oC frekvencia stabilitás jellemezte, ami a teljes működési hőmérséklettartományon (-40°C - +85°C) összesen 4000 ppm. Az alkalmazott hőmérséklet kompenzálás ezt az értéket 0.1 ppm-re csökkentette, míg a hagyományos kvarcok kb 0.4 ppm/°C értékkel rendelkeznek. A legújabb TempFlat MEMS eszközök nagyban különböznek a korábbi MEMS oszcillátoroktól, mi-



vel ezek az elsők, melyek legyőzik a kvarckristály alapú változatokat úgy, hogy nincs hőmérséklet- kompenzáló áramkör bennük. Az ábrán bemutatott TempFlat karakterisztika mért értékeken alapul.

Az alábbi táblázatban összefoglaltuk az SiTime MEMS oszcillátorainak előnyeit a kvarckristály alapú oszcillátorokkal:

	Kvarc	MEMS	
Teljesítmény	****	****	Jobb stabilitás, nincs öregedés
Funkciók	***	****	Programozható félvezető
Hozzáférhetőség	*	****	Nagyon rövid szállítási idő
Megbízhatóság (MTBF)	**	****	Jobb frekvencia stabilitás a hőmérséklet függvényében; kisebb fáziszaj és Jitter
Ár	*	****	Olcsóbb félvezető technológia
Integrálhatóság (SOC system on a chip)	-	****	A kvarc nem integrálható
Méret	-	****	85%
EMI érzékenység	-	****	54X jobb, mint a kvarc
Tápegység zaj	**	****	3X jobb, mint a kvarc
Rezgésállóság	*	****	30X jobb, mint a kvarc
Sokkállóság	**	****	25X jobb, mint a kvarc

A vásárlók a frekvencia, feszültség és frekvenciastabilitás (PPM) szinte minden kombinációjában rendelhetnek eszközöket az ipari szabványok szerinti méretekben. A frekvencia 6 decimális pontosságú és egyedileg programozható. Mivel az SiTime oszcillátorok hagyományos CMOS technológiával készülnek, olcsóbban előállíthatók, mint a kvarckristály alapúak, amihez speciális eszközök és tudás szükséges, emellett gyorsabban is hozzáférhető az első minták, mivel minden házban belül készül. Az árelőny nem csak ebben jelentkezik, hanem abban is, hogy a felhasználó hamarabb piacra dobhatja a készterméket, a programozhatóság miatt kevesebbet kell a tervezésre költeni, a miniaturizálás lehetőségével válik és a nagyobb megbízhatóság miatt a végtermék is jóval magasabb értéket képvisel majd.

Az SiTime MEMS alapú félvezető időzítői széles körben használhatóak, mint a hagyományos, drágább kvarc-kristály alapú oszcillátorok pin kompatibilis helyettesítői.

endrich.com/hu