

Fotografia 1. Produkcja układów MEMS w firmie Bosch

Najnowsze układy MEMS

Choć MEMS-y i związane z nimi technologie kojarzą się z produktami przyszłości, w rzeczywistości miały już swój okres świetności, który minął kilka lat temu. Później nastąpiło spowolnienie na rynku układów mikro-elektro-mechanicznych, ale wszystko wskazuje na to, że prawdziwa MEMS-owa rewolucja dopiero się zaczyna. Wraz z rozwojem technologii mikroprocesorowej powstała cała klasa nowych urządzeń, w których układy MEMS-y znajdują zastosowanie. A sam rozwój technik produkcji MEMS-ów i ich miniaturyzacja sprawiły, że na rynku pojawiło się bardzo wiele ciekawych produktów, umożliwiających tworzenie rozwiązań, które dotąd wydawały się nierealne lub zwyczajnie nieopłacalne. A artykule opiszemy, co można osiągnąć dzięki nowoczesnym MEMS-om.

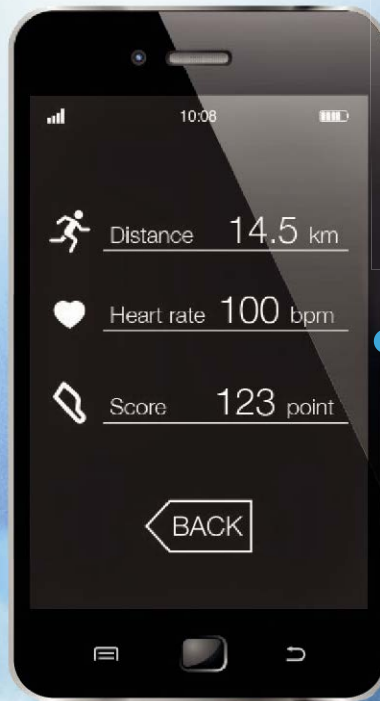
W technologii MEMS produkuje się przede wszystkim sensory, ale dostępne są też miniaturowe elementy wykonawcze znajdujące zastosowanie w niektórych dziedzinach przemysłu i nauki oraz w urządzeniach konsumenckich. Jeszcze kilka lat temu MEMS-y kojarzone były przede wszystkim z czujnikami ciśnienia i mikrofonami oraz projektorami i głowicami w drukarkach atramentowych. I faktycznie, te dziedziny przez lata uzasadniały istnienie i rozwój technologii MEMS przynosząc ich twórcom niemałe

zyski. Na przykład, akcelerometry są stosowane w różnorodnych aplikacjach, a w tym w motoryzacji, w której oddają nieocenione usługi. Pracują w roli sensorów wysyłających sygnał do uruchomienia poduszek powietrznych zabezpieczających pasażerów i kierowcę w razie kolizji. Mikrofony MEMS pozwoliły na tworzenie płaskich telefonów komórkowych, zdolnych do wychwytywania mowy nawet w silnie zaszumionym otoczeniu. Mikrofony wykonane w technologii MEMS są istotnie mniejsze niż ich

elektretowe odpowiedniki, dzięki czemu w nowoczesnych telefonach komórkowych można zainstalować jednocześnie kilka mikrofonów, aby za pomocą odpowiednich algorytmów przetwarzać zbierane przez nich sygnały uzyskując czysty głos człowieka. Ważne jest też, że takie mikrofony są bardziej odporne na uszkodzenia niż modele elektretowe. W swojej obudowie często mieszczą zintegrowane układy kondycjonowania sygnału, a sam przetwornik nie jest umieszczony bezpośrednio pod otworem, przez który do obudowy dostaje się fala akustyczna, a nieco z boku, chroniąc tym samym element przed uszkodzeniem.

Aktualne rozwiązania

Obecnie sytuacja się zmieniła. Wykorzystanie MEMS-ów zaczęło znacząco rosnąć ze względu na nowe obszary ich zastosowań oraz z uwagi na zwiększającą się popularność urządzeń, w których były dotąd montowane. O ile nadal dla firm produkujących mikrofony MEMS-owe kluczowe jest uzyskanie kontraktu np. z firmą Apple na dostarczenie komponentów do telefonów i tabletów, takie same podzespoły zaczęły być montowane w innych urządzeniach przenośnych,



LSM6DS3

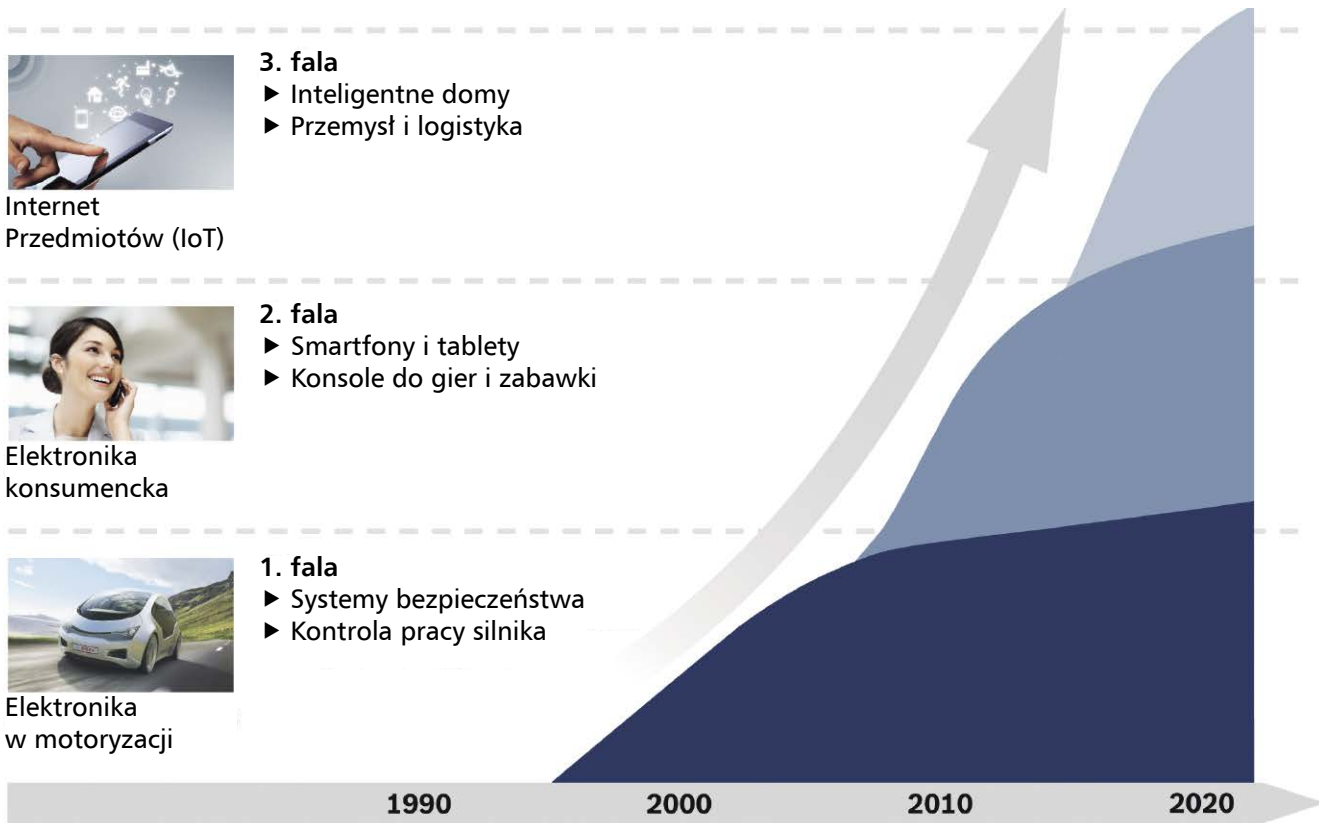
Podwójny sensor MEMS (6 DoF) iNEMO: żyroskop 3D + akcelerometr 3D

Sensor LSM6DS3 z rodziny iNEMO integruje dwie funkcje 3D: żyroskopu i akcelerometru. Może pracować jako sensor-hub, obsługujący łącznie do 6 sensorów (w tym dwa wewnętrzne). Wyposażono go w bufor FIFO zapewniający płynny odczyt danych przez magistralę I2C/SPI.

Podstawowe cechy i parametry sensora LSM6DS3:

- mały pobór prądu: 0,9 mA w trybie normal lub 1,25 mA w trybie high-performance
- skalowane zakresy pomiarowe $\pm 2/\pm 4/\pm 8/\pm 16$ g oraz $\pm 125/\pm 245/\pm 500/\pm 1000/\pm 2000$ dps
- wbudowane FIFO o pojemności 8 kB
- wbudowany czujnik temperatury
- miniaturowa obudowa LGA o wymiarach $2,5 \times 3 \times 0,83$ mm
- wbudowane interfejsy SPI/I2C
- zasilanie 1,71...3,6 V (IO od 1,62 V)
- zgodny z Androidem KitKat i Lollipop

www.rutronik.com | rutronik_pl@rutronik.com | tel 032/ 461 2000



Rysunek 2. Kolejne fale pojawiania się i wykorzystania nowych układów MEMS, wg firmy Bosch.

wytwarzanych przez firmy na całym świecie. Mikrofony można znaleźć już nie tylko w inteligentnych zegarkach i telewizorach, ale w rosnącej liczbie urządzeń sterowanych głosowo. Coraz więcej produktów przeznaczonych do noszenia na ciele człowieka również zawiera mikrofony oraz innego rodzaju sensory mikro-elektro-mechaniczne, takie jak np. akcelerometry. Mówi się nawet, że dzięki spadkowi cen podzespołów, już niebawem koszt wprowadzenia do urządzenia funkcji pomiaru przeciążeń będzie tak niski, jak koszt wprowadzenia funkcji pomiaru temperatury.

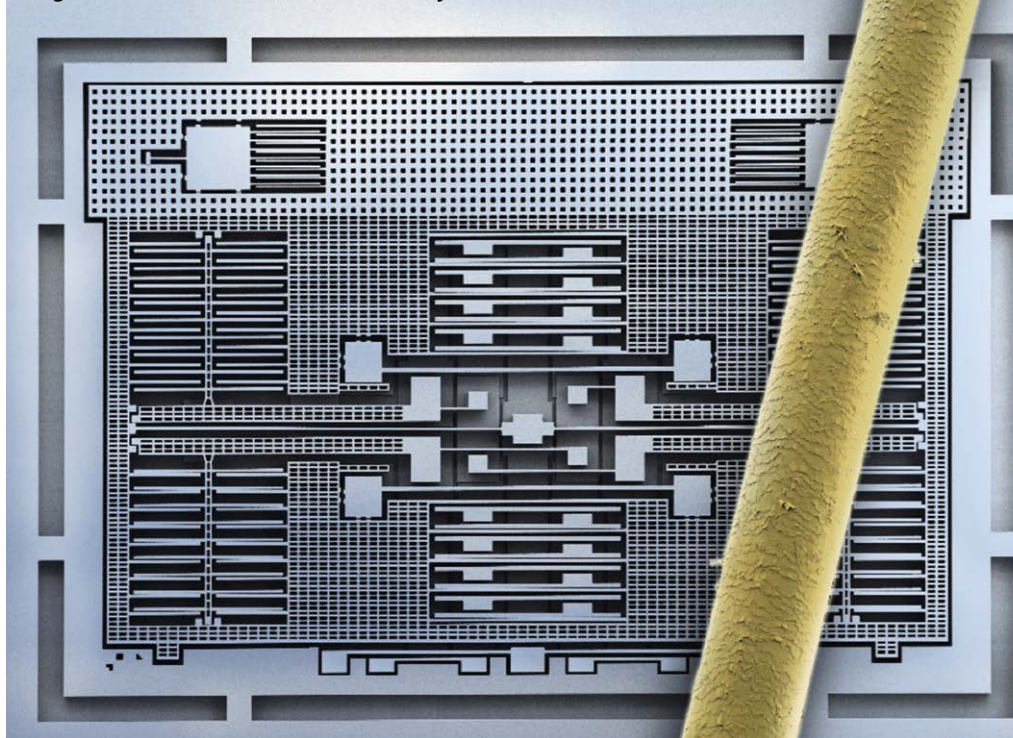
Zwiększa się także ilość układów elektronicznych montowanych w pojazdach, które aktualnie reagują nie tylko na spadek ciśnienia w oponach, ale też np. to czy kierowca nie zasypia. Tego typu rozwiązania to również bardzo duży rynek dla dostawców MEMSów. Za pomocą MEMSów można wykrywać duże przeciążenia występujące podczas zderzeń, czy choćby zrealizować prostą nawigację inercyjną przydatną, gdy pojazd przejeżdża przez tunel.

Sensory MEMSowe mają też zastosowanie w przemyśle, w którym obecnie dominuje trend tworzenia instalacji złożonych z bardzo wielu małych, inteligentnych węzłów. Ze względów ekonomicznych, coraz częściej maszyny wyposażane są w mechanizmy autodiagnostyki, która nierzadko opiera się o wykorzystanie czujników. Bardzo przydatne w tym celu okazują się akcelerometry i inne czujniki umożliwiające wykrywanie wibracji. Wraz z odpowiednim układem

przetwarzania danych, taki czujnik pozwala na ocenienie stanu maszyny i stopnia zużycia jej komponentów oraz przewidywanie konieczności przeprowadzenia prac konserwacyjnych. Dzięki temu unika się nieprzewidzianych przestojów produkcyjnych zastępując je dobrze zaplanowanymi akcjami serwisowymi, których częstość dopasowana jest do rzeczywistych potrzeb, a nie odgórnie ustalana z zapasem. Prowadzi to do bardzo dużych oszczędności, które w świecie globalnej konkurencji stają się niezbędne do wprowadzenia.

MEMSy coraz częściej znajdują zastosowanie także w nauce. Fakt, że ich produkcja jest coraz tańsza umożliwia tworzenie miniaturowych laboratoriów (lab-on-chip) – układów, które szybko i precyzyjnie przeanalizują różnorodne substancje. Jeszcze kilka lat temu takie rozwiązania były przedstawiane raczej jako odległa wizja przyszłości, ale obecnie są już w użyciu. Mikroskopijne laboratoria zawierają małe pompy i zestawy różnych sensorów, które pozwalają nawet na analizę krwi, DNA lub wczesną diagnostykę chorób.

Fotografia 3. Porównanie skali nowoczesnych układów MEMS z ludzkim włosem



W technologii mikro-elektro-mechanicznej wykonuje się też coraz więcej różnych, prostych komponentów elektronicznych, takich jak np. oscylatory, które wypierają rezonatory kwarcowe, cechując się mniejszym rozmiarem, niższym poborem mocy oraz większą niezawodnością.

Producenci

Ze względu na specyfikę, nie każdy producent półprzewodników jest w stanie wytwarzać układy MEMS. Na rynku dominuje kilka firm, które stale utrzymują się na prowadzeniu w rankingach przychodów w MEMSowym świecie. Jest też kilka firm, które starają się wybić w omawianej dziedzinie, ale w praktyce albo są to nowe przedsiębiorstwa, albo układy mikro-elektro-mechaniczne stanowią tylko uzupełnienie ich ofert.

Aktualnie liderem rynku jest niewątpliwie Bosch (a przede wszystkim jego oddział – Bosch Sensortec), który powiększył swoją przewagę nad drugim w zestawieniu, STMicroelectronics. Bosch koncentruje się na dwóch rynkach jednocześnie: motoryzacyjnym i konsumenckim. Produkuje m.in. akcelerometry, żyroskopy i magnetometry oraz czujniki ciśnienia. STM ma w swojej ofercie podobne produkty, a także ciekawe układy zintegrowane, łączące funkcje np. akcelerometru oraz żyroskopu, umieszczonych w pojedynczej obudowie. Dostępne są też m.in. podzespoły integrujące dwie powyższe funkcje z czujnikiem pola magnetycznego.

MEMS-y są ważne także dla firmy Texas Instruments, która specjalizuje się m.in. w produkcji miniaturowych zwierciadeł, używanych w projektorach DLP. W mikrofonach liderem wydaje się specjalizująca się w nich firma Knowles Electronics, która dostarcza produkty m.in. dla Apple. Wśród pozostałych ważnych producentów MEMS-ów wymienić warto Hewlett Packarda, Avago Technologies, Denso, Panasonic, Qorvo (powstałe w wyniku połączenia firm RFMD i TriQuint), Invensense, Analog Devices i Freescale, który w ostatnim czasie osiągnął niemały wzrost przychodów w dziedzinie układów do monitorowania ciśnienia w oponach samochodowych. Na rynku znaleźć można też MEMS-y takich firm jak: Canon, AKM, Sensata, Infineon, Murata, Amphenol (GE Sensing), Honeywell, AAC, ALPS Electric, UTC Aerospace Systems, Flir, Measurement Specialties, Kionix i Lapis Semiconductor (oba należące do ROHM Semiconductors), Seiko Epson, Goertek, Omron, Ulis i Melexis, które razem z wcześniej wymienionymi liderami tworzyły 30 największych graczy w branży MEMS w 2014 roku.

Nowości w firmach

Poniżej prezentujemy nowości, jakie na rynek MEMS-ów w ostatnim roku wprowadziły



Fotografia 4. Bosch Sensortec BME680 – nowatorski układ pomiaru jakości powietrza

dominujące firmy. Produkty te obejmują różnego rodzaju układy, ale przede wszystkim akcelerometry i mikrofony. Widać, że rozwój układów polega w dużej mierze na rozbudowie ich o nowe, innowacyjne funkcje, ułatwiające łączenie podzespołów lub umożliwiające ograniczenie poboru mocy urządzeń. Naturalnie, bardzo ważna jest też postępująca miniaturyzacja.

Bosch

Wśród tegorocznych nowości Boscha jest kilka ciekawych układów. Producent ten skoncentrował się na integracji w swoich sensorach dodatkowych obwodów, tworząc tym samym oryginalne rozwiązania, spełniające aktualne potrzeby rynku.

Jednym z takich ciekawych układów jest BME680 (fotografia 4) – sensor umożliwiający jednoczesny pomiar ciśnienia, wilgotności, temperatury oraz jakości powietrza w pomieszczeniach. Dla Boscha jest to z jednej strony rozszerzenie dotychczasowej oferty czujników wartości środowiskowych,

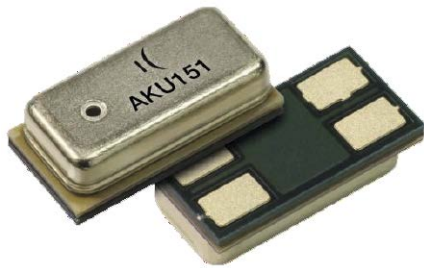


Fotografia 5. Czujniki środowiskowe firmy Bosch Sensortec.

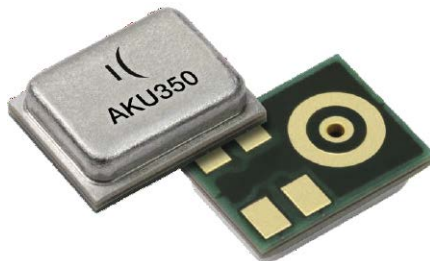
a z drugiej wprowadzenie na rynek zupełniej nowości, która umożliwi urządzeniom mobilnym i noszonym pomiar jakości powietrza w otoczeniu człowieka. Układ ma wymiary 3 mm×3 mm i pobiera niewielki prąd. Zintegrowany czujnik gazu jest w stanie wykryć takie substancje, jak lotne związki organiczne (np. z formaldehyd z farb),



Fotografia 6. Układy Bosch Sensortec do wykrywania ruchu w 3 i 6 osiach: BHI160 i BHA250



Fotografia 7. Mikrofon AKU151 firmy Akustica, należącej do Boscha



Fotografia 8. Mikrofon AKU350 firmy Akustica, należącej do Boscha

lakiery, rozpuszczalniki, środki czyszczące, materiały używane w biurach, kleje i alkohol. Fakt, że wszystkie wymienione funkcje można zrealizować za pomocą tak małego układu otwiera przed producentami urządzeń zupełnie nowe możliwości. Nowe układy mają mieć zastosowanie przede wszystkim w różnego rodzaju aplikacjach Internetu Przedmiotów (IoT) – w inteligentnych miernikach zużycia mediów w domach, w biurach i budynkach przemysłowych, przy pomiarach zużycia energii, w transporcie, systemach wentylacji, sporcie, a nawet w opiece nad starszymi ludźmi.

Precyzja BME680 pozwala na pomiary ciśnienia z dokładnością do $\pm 0,12$ Pa i wysokości z dokładnością do 1 m. Dryft temperatury wskazań ciśnienia wynosi 1,5 Pa/K, a wysokości 12,6 cm/K. Układ wyposażono w interfejsy I²C oraz SPI. Dostępne są trzy tryby zasilania i oddzielne definiowanie

ustawienia nadpróbkowania pomiarów ciśnienia i temperatury. Wbudowany filtr cyfrowy NOI eliminuje zakłócenia powodowane przez chwilowe fluktuacje w pomiarach.

Kolejną nowością są układy BHI160 i BHA250 (fotografia 6), które cechują się znacznie niższym poborem mocy niż ich dotychczasowe odpowiedniki. Układy te mają zintegrowane kontrolery, które buforują i samodzielnie przetwarzają dane. W efekcie, omawiane układy umożliwiają tworzenie systemów, w których jednostka centralna nie jest wybudzana tylko po to, by pobrać i przeliczyć regularnie nadchodzące dane z sensorów. Zamiast tego obliczenia prowadzone są wewnątrz niewielkich układów, pobierających małą moc, a jednostka centralna wybudzana jest tylko w wyjątkowych sytuacjach.

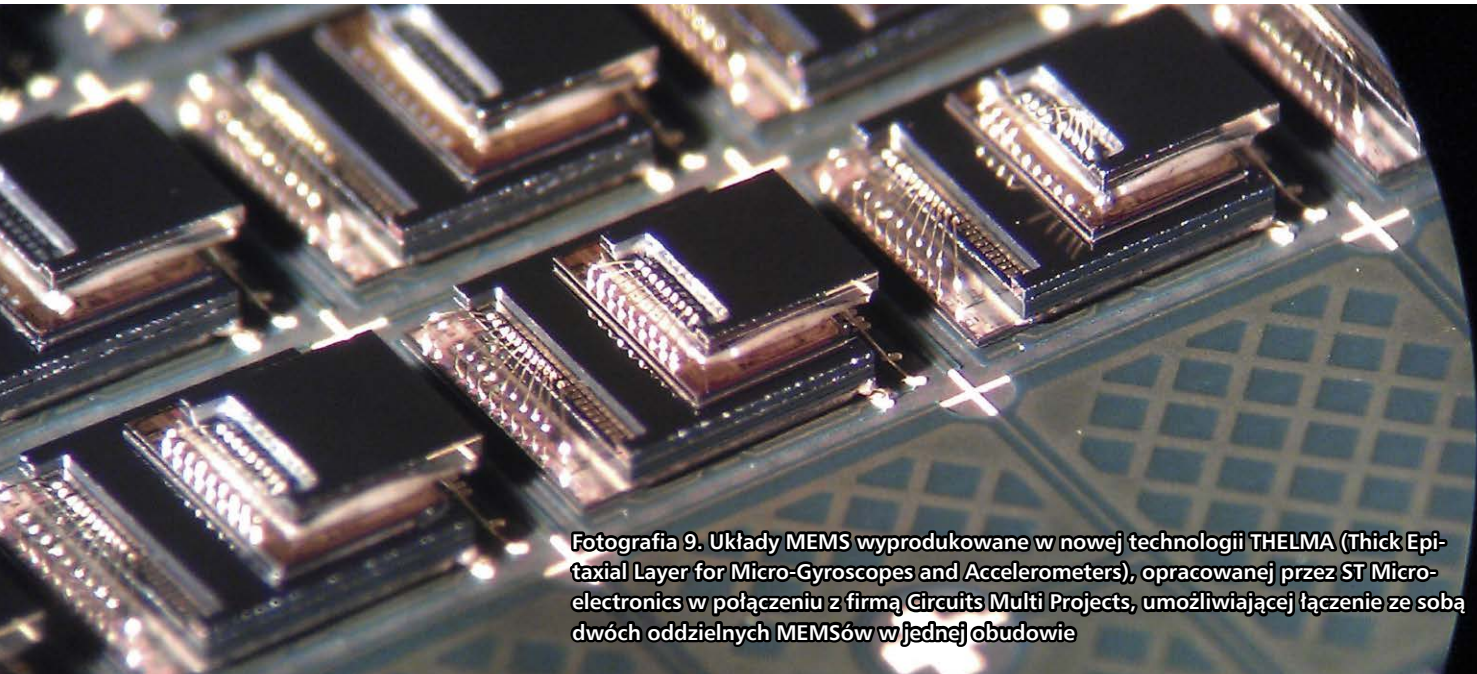
Omawiane układy wykrywają ruch w 3 (BHA250 – akcelerometr) i w 6 osiach (BHI160 – żyroskop i akcelerometr) oraz zostały przystosowane przede wszystkim do aplikacji z użyciem systemu Android. Zawierają kompletny stos sensoryczny Androida Lollipop, a ich firmware może być aktualizowany by dostosować je do nowszych wydań systemów operacyjnych. Przetwarzanie danych realizuje 32-bitowy rdzeń Fuser Core, opracowany przez Boscha i zoptymalizowany pod kątem algorytmów wykrywania ruchu, przy ultra niskim poborze mocy. Układ ten pobiera o do 95% mocy mniej niż gdyby te same funkcje były realizowane na mikrokontrolerze z rdzeniem Cortex-M0 i o do 90% mniej niż w przypadku Cortexów-M4.

Wymiary BHI160 to 3 mm×3 mm, a grubość układu wynosi 0,95 mm. Model BHA250 jest jeszcze mniejszy, gdyż ma kształt kwadratu o boku 2,2 mm. Grubość jest identyczna jak w BHI160. Co więcej, producent postarał się zapewnić ciekawą kompatybilność wprowadzeń – nowymi układami można zastąpić inne modele, które

nie są wyposażone w jednostkę obliczeniową, dzięki czemu producent je stosujący nie musi na wczesnym etapie projektu decydować, czy tworzone urządzenie będzie korzystało z funkcji obliczeniowych sensorów. Może też tworzyć warianty urządzeń, bez zmieniania projektu PCB.

Bosch ma też swoje osiągnięcia w dziedzinie MEMSowych mikrofonów. Produkuje je oddział firmy, noszący miano Akustica. W tym roku dział ten wprowadził na rynek dwa nowe mikrofony o bardzo dobrych parametrach: modele AKU151 i AKU350 (fotografie 7 i 8), które cechują się przede wszystkim wysokim stosunkiem Sygnał-Szum. Mniejszy z układów ma wymiary 3,42 mm×1,7 mm×0,93 mm i SNR na poziomie 65 dB, a czułość -38 dB. Większy ma wymiary 3,5 mm×2,65 mm×0,98 mm i niemal największy na rynku SNR, równy 67 dB, a czułość taką samą, jak mniejszy model. Cechuje się też szerokim pasmem przenoszenia: od 50 Hz do 14 kHz; dla porównania, model AKU151 ma pasmo od 85 Hz do 13 kHz. Oba układy zaliczane są do mikrofonów o bardzo dobrej jakości, a więc o SNR przekraczającym 64 dB. Spełniają one wymagania najbardziej zaawansowanych aplikacji konsumenckich, a dzięki niewielkim wymiarom i małemu poborowi mocy, świetnie nadają się do instalacji w różnych inteligentnych i przenośnych urządzeniach. Przykładowo, producent przewiduje używanie obu modeli w zestawach słuchawkowych, smartfonach, zelektronizowanych okularach i zegarkach – w ogólności w różnego rodzaju urządzeniach zasilanych bateryjnie.

Nowe układy to pierwsze na świecie MEMS-y, w których zastosowano nowy proces produkcyjny, wykorzystujący dodatkowe warstwy materiału i zoptymalizowaną grubość metalizacji. Model AKU151 jest ponadto pierwszym na świecie z tak zaprojektowaną, metalową osłonką. W efekcie układ ten cechuje się najlepszym stosunkiem SNR



Fotografia 9. Układy MEMS wyprodukowane w nowej technologii THELMA (Thick Epitaxial Layer for Micro-Gyroscopes and Accelerometers), opracowanej przez ST Microelectronics w połączeniu z firmą Circuits Multi Projects, umożliwiającej łączenie ze sobą dwóch oddzielnych MEMSów w jednej obudowie



Fotografia 10. Matryca mikroluster Texas Instruments DLP4710

w przeliczeniu na jednostkę objętości, zajmowanej przez podzespół. Parametr ten pozwala ocenić, jak bardzo udało się zminiaturyzować komponent, a 65 dB przy 5,4 mm³ to bardzo duże osiągnięcie. Ważne jest też, że model ten pobiera jedynie 60 µA prądu podczas standardowej pracy.

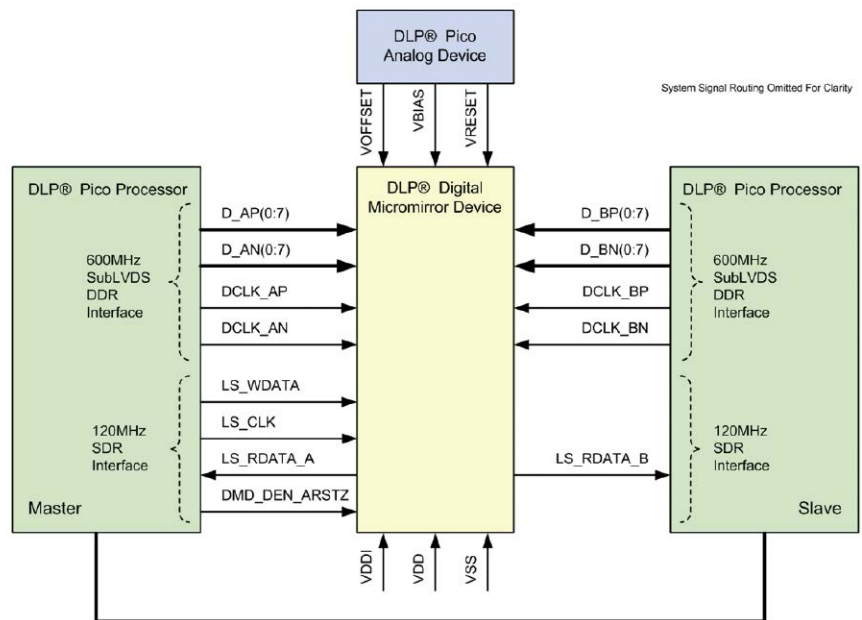
STMicroelectronics

Wśród nowości, jakimi w ostatnim czasie chwaliło się STMicroelectronics ciekawy jest układ MP23AB02B – mikrofon o ultra małych zniekształceniach rejestrowanego dźwięku, nawet przy bardzo wysokich wartościach natężenia fal akustycznych (). Element ten pozwala na nagrywanie dźwięku np. w głośnym otoczeniu, bez utraty jakości. Wymiary układu to 3,35 mm×2,5 mm×0,98 mm, a SNR wynosi 64 dB. Swoje parametry MP23AB02B zawdzięcza wbudowanemu przedwzmacniaczowi, który pozwala uniknąć przesterowania wyjścia, gdy na wejściu pojawia się bardzo wysoki poziom szumu – taki jak np. występuje w barach, restauracjach, na koncertach i w klubach. Typowy prąd pobierany przez układ podczas pracy wynosi 150 µA i co warto dodać, komponent może pracować w temperaturach od –40°C do +85°C. Cena układu wynosi około 1 dolara przy zamówieniach hurtowych.

Texas Instruments

Najnowszymi z oferowanych układów MEMS są dwa podzespóły optoelektroniczne. Pierwszy, DLP4710 (fotografia 10) składa się z mikroluster ułożonych w kształt prostokąta złożonego z 1920×1080 lusterek, co odpowiada rozdzielczości Full HD. Przekątna tego prostokąta wynosi 11,93 mm, a wymiary całego układu to 24,5 mm×11 mm×3,8 mm. Rozstaw lusterek wynosi 5,4 mikrometra, a kąt ich przechylenia to ±17°. Układ służy do budowy projektorów o wysokiej rozdzielczości, cechujących się bardzo małymi wymiarami. By sterować pracą podzespołu, zaleca się użycie cyfrowego kontrolera DLPC3439 i układów zasilania DLPA3000 lub DLPA3005. Sposób ich połączenia przedstawiono na rysunku 11.

Drugą z nowości jest DLP2010NIR (fotografia 12) – układ podobny do DLP4710, ale o mniejszej rozdzielczości i przeznaczony do sterowania światłem podczerwonym.



Rysunek 11. Uproszczona aplikacja układu Texas Instruments DLP4710

Ułatwia realizację różnego rodzaju spektrometrów analizujących materiały, substancje chemiczne i stan skóry w oparciu o odbite światło, co jest tańszą metodą niż przy wykorzystaniu specjalizowanych detektorów InGaAs. Rozdzielczość DLP2010NIR to 854×480, a przekątna obszaru lusterek wynosi 5,29 mm. Wymiary obudowy to 15,9 mm×5,3 mm×4 mm. Sposób łączenia DLP2010NIR pokazano na rysunku 13.

Knowles Electronics

W przypadku firmy Knowles, wszystkie nowości sprowadzają się do MEMSowych mikrofonów. Jednym z nich jest układ SPH0645LM4H-B (rysunek 14). Ma on wymiary 3,5×2,65×0,98 mm i SNR równy 65 dB, a wejście mikrofonu zainstalowane jest od spodu. Czulość mikrofonu dla częstotliwości 1 kHz to –26 dBV. Nowy układ jest wyposażony w cyfrowy interfejs I²S, co ułatwia korzystanie z podzespołu w połączeniu z mikrokontrolerami, a więc w praktycznie wszelkich nowoczesnych urządzeniach elektronicznych. W efekcie układ pozwala na zmniejszenie powierzchni płytki zajmowanej przez obwody związane z pracą mikrofonu oraz ograniczenie poboru prądu mniej więcej o połowę w stosunku do rozwiązań konkurencyjnych.

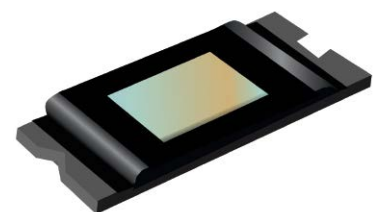
Kolejnym z nowych mikrofonów firmy Knowles jest SPH0641LU4H-1 (fotografia 15), który wyróżnia się na tle pozostałych układów tym, że rejestruje ultradźwięki o częstotliwości do 80 kHz. Cecha ta sprawia, że zestaw kilku takich układów może zostać użyty do określania położenia różnych obiektów poprzez lokalizację przestrzenną punktów emisji dźwięków. To pierwszy taki cyfrowy układ na świecie, który ponadto został przystosowany do pracy w czterech trybach, w tym w trybie obniżonego poboru mocy, zaprojektowanego tak, by mikrofon był w stanie wykryć polecenie jego

aktywacji. SPH0641LU4H-1 ma nie tylko duże pasmo przepustowe pracy, ale również wysoki SNR, równy 64,3 dB. Co prawda charakterystyka częstotliwościowa jest dosyć płaska tylko w zakresie do około 20 kHz, ale to w zupełności wystarcza do rejestracji głosu, a dla określania pozycji nie jest taka istotna. Pobór mocy całego układu w trybie oczekiwania na aktywację głosową to 235 µA.

Trzecim z nowych układów firmy Knowles jest SPH0641LMH-1, czyli typowy mikrofon MEMSowy o kilku trybach pracy. Ma SNR równy 64,3 dB oraz wyjście cyfrowe, dostarczające strumień bitów PDM. Układ cechuje się małymi wymiarami, a dzięki wielu trybom pracy pozwala oszczędzić energię, szczególnie w inteligentnych urządzeniach mobilnych.

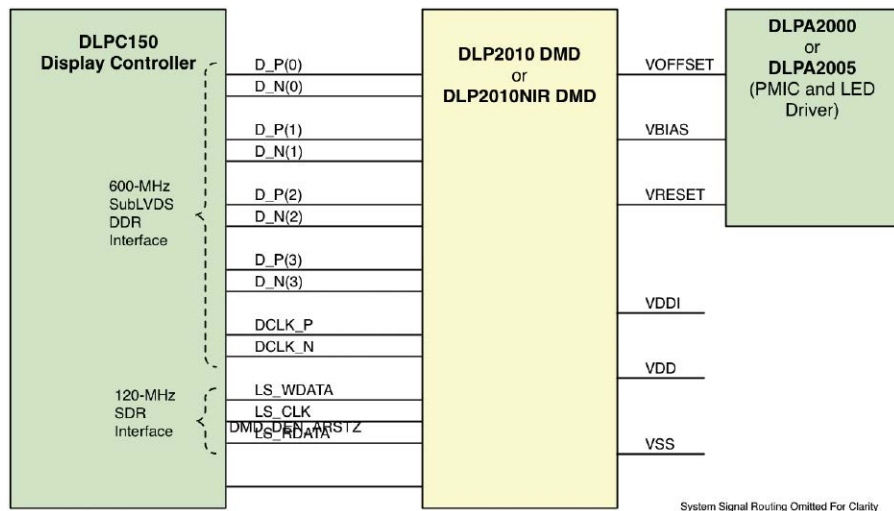
ROHM Semiconductor

Kionix, należący do ROHM Semiconductor, zaprezentował ostatnio najcieńszy trójosiowy akcelerometr o wymiarach 3 mm × 3 mm i grubości zaledwie 0,45 mm. KXCJB jest niemal dwukrotnie cieńszy od pozostałych akcelerometrów dostępnych na rynku, co umożliwi tworzenie produktów o wyjątkowo smukłych profilach i otwiera zupełnie nowe możliwości zastosowań. Główne obszary aplikacji tego akcelerometru to ultra-cienkie smartfony, smartwatche i tablety, inteligentna odzież, e-beacony w formie naklejanych etykiet, oraz wszelkiego rodzaju karty płatnicze, dostępne,

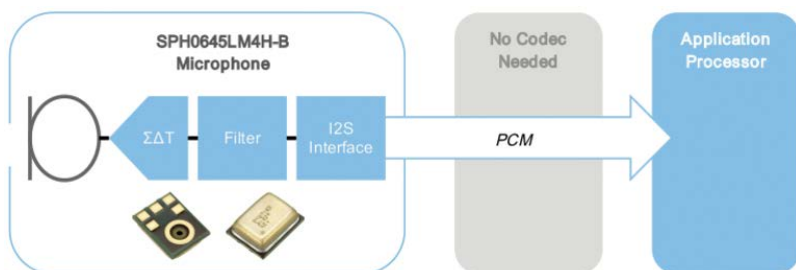


Fotografia 12. Matryca mikroluster Texas Instruments DLP2010NIR

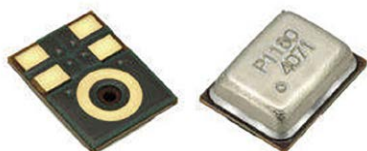
WYBÓR KONSTRUKTORA



Rysunek 13. Uproszczona aplikacja układu DLP2010NIR



Rysunek 14. Schemat blokowy mikrofonu Knowles SPH0645LM4H-b, wyposażonego w interfejs I²S



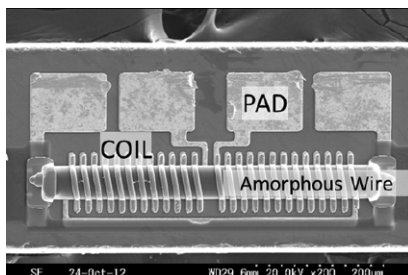
Fotografia 15. Mikrofon Knowles SPH0641LU4H-1

lojalnościowe, w których detekcja ruchu daje możliwości tworzenia nowych funkcji.

Do klasy najcieńszych akcelerometrów należy również KX112 o wymiarach 2×2×0,6 mm, w którym zaimplementowano bufor FIFO/FILO o długości 2048 bajtów (największy dostępny na rynku akcelerometrów). Umożliwia on autonomiczne zapisywanie dużej ilości danych i w rezultacie rzadsze budzenie systemu nadrzędnego, co oczywiście skutkuje mniejszym poborem mocy.

Kolejnym bardzo ciekawym produktem MEMS firmy ROHM Semiconductor jest sensor pola magnetycznego o czułości 10 tysięcy razy większej od typowych sensorów Halla. Pikoteslową rozdzielczość uzyskano dzięki amorficznemu rdzeniowi (fotografia 16) o grubości zaledwie 20 μm, wykonanemu w technologii MEMS.

Obszary zastosowania sensora BM1422GMV to przede wszystkim rynek smartfonów, tabletek i urządzeń noszonych, ale również nietypowe aplikacje, gdzie wykorzystuje się bardzo dużą czułość wykrywania zmian pola magnetycznego (np. detekcja śladowych ilości metali w żywności).

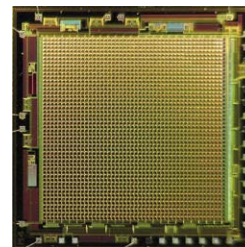


Fotografia 16. Cewka wokół amorficznego rdzenia o grubości 20 μm w układzie BM1422GMV firmy ROHM Semiconductor

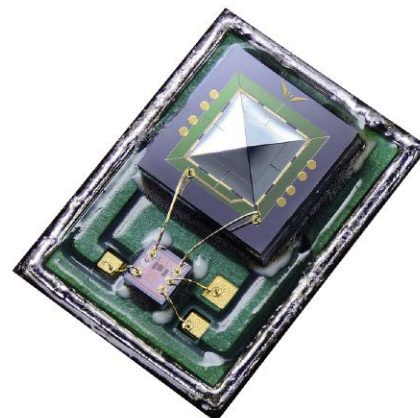
Zupełnie inny przykład zastosowania technologii MEMS prezentuje Lapis Semiconductor, (również część ROHM Semiconductor), który stworzył wysokoczułą matrycę do detekcji obrazu w dalekiej podczerwieni (8...14 μm) o rozdzielczości 2 tysięcy pikseli. Główne zastosowania elementu ML8540WD (fotografia 17) to bezkontaktowy pomiar temperatury oraz rynek systemów bezpieczeństwa.

Podsumowanie

Rynek MEMSów rozwija się obecnie bardzo dynamicznie, a zaprezentowane układy to tylko niektóre z nowości, jakie pojawiły się w tym roku. Mniejsi producenci również wprowadzają innowacje, oferując często rozwiązania nietypowe, starając się przy tym znaleźć sobie korzystną niszę, w której mogliby się wyspecjalizować. Dobrym przykładem jest MEMSowy mikrofon elektretowy firmy Vesper (fotografia 18). Powstają też nowe zastosowania MEMSów,



Fotografia 17. Matryca układu ML8540WD firmy Lapis Semiconductor



Fotografia 18. Układ VM101 firmy Vesper, będący najnowszym piezoelektrycznym mikrofonem, wykonany w technologii MEMS cechuje się zarówno odpornością na wodę, wstrząsy, jak i kurz oraz stosunkiem sygnału do szumu równym aż 68 dB. Wymiary obudowy to 3,35 mm × 2,5 mm, a czas uruchamiania mikrofonu wynosi jedynie 10 ms.

czego dobrym przykładem są układy do aplikacji typu Energy Harvesting, w których mikroskopijne elementy mechaniczne są w stanie wytwarzać prąd w oparciu o otaczające je zjawiska fizyczne. Napędzającym ten rynek trendem jest moda na tworzenie rozwiązań Internetu Przedmiotów, które wymagają nie tylko wygodnych, niewielkich źródeł zasilania, ale też różnorodnych czujników, by powstające urządzenia były „inteligentne” i mogły same decydować o tym co mają robić ze zbieranymi danymi. A to oznacza, że w można się spodziewać nasilenia rozwoju MEMSów w najbliższych latach.

Marcin Karbowiczek, EP



Fotografia 19. Układ wykonany w technologii MEMS pod mikroskopem