

MEMS 特集：デジタルマイク IC に徹する Akustica、水晶置き換え狙う SiTime

MEMS 市場は比較的中小企業でも参入できるという特長がある。それも応用に特化したメーカーは着実に市場をつかもうとしている。マイクロフォンに特化するアクースティカ (Akustica) 社、水晶発振器の置き換えを狙うサイタイム (SiTime) 社は、それぞれの応用に向け設計から製造・応用技術、全てを提供する。



Akustica 社 CEO の Stefan Finkbeiner 氏

0.87mm 角の MEMS マイクチップ

米アクースティカ社は、もともと自動車部品最大手のロバートボッシュからスピンオフした会社だ。MEMS センサーではもう 1 社、Bosch Sensor Tech も有名だが、こちらは 2005 年から民生用に特化してモーションセンサーや圧力センサーなどの製品を出荷している。一方のアクースティカは、Sensor Tech がカバーしない MEMS の小型マイクに注力する。しかもファブレスだ。製造はロバートボッシュのラインをファウンドリとして利用する。このため、マイクロフォンの性能を上げ、消費電力を減らし、ノイズを削減し、チップ面積を縮め、使い勝手を上げることに集中できる。

マイクロフォンを MEMS 技術で作ると小型になるばかりではなく、「従来の ECM (エレクトレットコンデンサマイク) ではできなかった表面実装が使えるというメリットがある」と、同社 CEO の Stefan Finkbeiner 氏(図 1)は語る。ECM マイクではリフローはんだを行

うと性能が 1dB 変化したため品質を保証できなかった。信頼性試験は 200 時間がやっとだという。しかしシリコンの MEMS マイクなら 1000 時間の信頼性試験にも耐えられる。

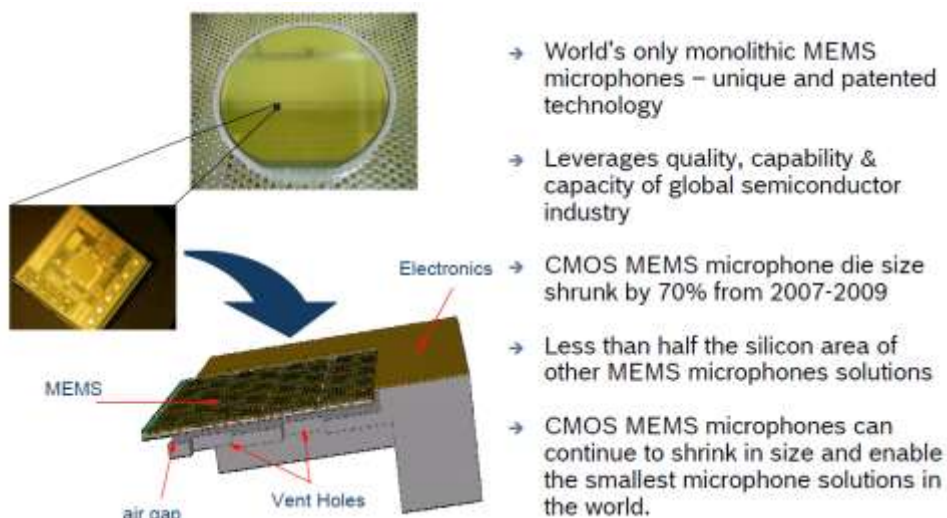


図 2 MEMS マイクはメッシュを利用、感度を最適化 出典：Akustica

新製品の AKU230 は、MEMS センサーとプリアンプと Σ/Δ 変調器を 1 チップのシリコン (0.7mm²) 上に集積したデジタル出力の超小型マイクロフォンである (図 2)。パッケージに入れたサイズは 3.76×4.72×1.25mm と小さい。マイクとしての周波数特性は 3kHz まではほぼフラットだが、周波数がそれ以上高くなると持ち上がっていく。パッケージ内で共振するためだ。22kHz 付近に共振周波数を持つ。

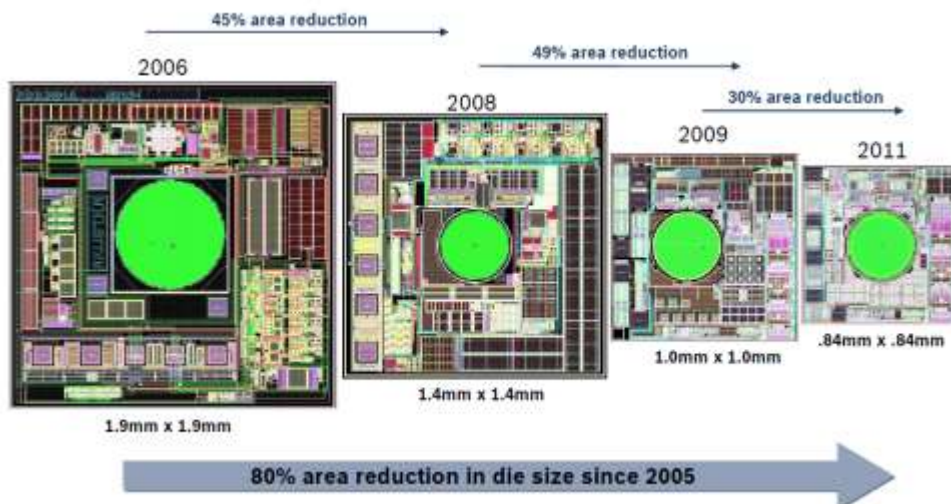


図 3 微細化せずに設計だけで小型化 出典：Akustica

同社が開発してきた MEMS マイクは 2006 年には 1.9mm 角、2008 年に 1.4mm 角、2009 年は 1mm 角と毎年小型化してきた。今回は 0.84mm 角とこれまでの最小にしたが(図 3)、デザインルールは 0.35 μ m のトランジスタノードを変えずにレイアウトと設計のコンパクト

ション技術だけで小型にした。配線幅・間隔は共に $0.6\mu\text{m}$ 。

狙う市場はまずラップトップパソコン、次にスマートフォンである。ラップトップパソコンを開いた状態でディスプレイの上部にマイクを置きたいというニーズがあり、これに応えた。ディスプレイの上だと、キーボードを打つ時の音を拾わないとしている。また、このチップの出力はビットストリームのデジタルだが、これによってアナログでは拾いがちだったノイズを拾わずに済んだという。MEMS マイクとアンプとの距離が長ければノイズを拾ってしまうが、短くしかもすぐに A-D 変換しているため、ノイズの影響を受けずに済んだ。

このチップにおいて CMOS プロセスには外部のファウンドリを使い、MEMS プロセスはボッシュをファウンドリとして使う。MEMS-last のプロセスではあるが、CMOS 回路の配線工程から MEMS ファウンドリへ手渡す。最初の顧客が富士通だったこともあり、CMOS ファウンドリは日本のセイコーエプソン（酒田工場）を使っている。ボッシュは MEMS ファウンドリとして定評があるとして多数の顧客を抱えているという。

新製品は、顧客の要求によってインターフェースを I2C でも PCM でもカスタマイズする。クロック周波数は 2~3MHz。2006 年以来、基本的な回路ブロックは変わらないが、メンブレン構造は変えているという。顧客によって感度や性能、周波数応答などを最適化し、そのためメンブレンのメッシュやメタル構造を変えた。

小型の MEMS マイクによって、コストダウンできるだけでなく、今後、スマートフォンに 2 個のマイクを 3 個に増やすこともヘッドセットレコーダとしての応用もあるとしている。

温度安定性は水晶並みに

一方の米サイタイム社は、水晶を全く使わずに発振器やクロックジェネレータ、共振器を設計製造する。ここでの競争相手は水晶である。水晶ではできない、あるいは水晶よりも性能の高いシリコン MEMS 発振器などを作ることで市場を開拓していく。これまで水晶を使ってきた応用を全てシリコンで置き換える。設計から製造、応用まで「ワンストップショッピングを狙っている」と同社マーケティング担当 VP の Piyush Sevalia 氏（図 4）は言う。



図4 SiTime 社マーケティング担当 VP の Piyush Sevalia 氏

サイタイムは、周波数安定度を 0.02ppm から 100ppm までコストとの兼ね合いで、製品を揃えている。製品は大きく分けて 3 種類ある。振動子（水晶相当）、発振器、クロックジェネレータである。発振器はアナログ回路や PLL（位相ロックループ）を使って 1 個クロックを作り出す回路、クロックジェネレータは複数の PLL で複数のクロックを発生させる回路、と定義している。

Type	Product Category	SiTime	Quartz Supplier A	Quartz Supplier B	Quartz Supplier C	Silicon Supplier D
Oscillators	Single-ended XO	Now	Now	Now	Now	Now
	Differential XO	Now	Now	Now		Now
	Low Power XO	Now	Now			
	High frequency XO	Now	Now	Now		
	DCXO	2011				
	SSXO	Now	Now			
	VCXO	Now	Now	Now	Now	
	TCXO	2011	Now	Now		
	OCXO	2011	Now	Now		
	KHz Oscillator	Now	Now	Now	Now	
Clock Generators	Multi-PLL Multi-Outputs	Now				Now
	Buffers					Now

図5 SiTime は発振器、クロックジェネレータを MEMS で広くカバー

2011年2月には発振器の Encore (アンコール) プラットフォームを設計、周波数揺らぎが $\pm 0.5\text{ppm}$ と最も少ない OCXO (oven controlled oscillator)、温度補償した TCXO (temperature compensated oscillator)、VCXO (voltage controlled oscillator) 製品向けに発表した後、4月には SSD (solid state disk) 向けの発振器3種類と、タブレット PC や電子ブック向けの発振器 SiT8003 を矢継ぎ早に発表した。同社によると、水晶振動子を利用する発振器よりも 30%薄く、衝撃や振動には 10 倍強いとしている。

Encore の性能は、周波数の温度安定性が $\pm 0.5\text{ppm}$ と小さく、12kHz~20MHz に渡ってランダムな位相ジッターノイズは 0.65ps と小さい。このため通信やネットワーク機器、ワイヤレス、ストレージ機器に向くとしている。

(2011/05/19)