

水晶デバイス技術ロードマップ

- 技術委員会監修 -

1. はじめに

21世紀に入ってから様々な製品が毎年発売されておりますが、情報ネットワークが世界中に浸透し各地で起きた出来事が瞬時に伝わることにより、世界の動きがより早く、また激動の時代にもなりそれが製品にも影響していると考えられます。

そのようなときに、それぞれの市場に対して水晶デバイスがどのように使われ、お客様がどのようなニーズを持ち、市場がどのような方向に進もうとしているのか、水晶デバイスに対してどのような要求があるのかを考えて技術ロードマップを作成することは意味があることではないかと思えます。

2. 水晶デバイスから見た市場分類と市場の状況

図1に水晶デバイス供給の立場から、市場を6つ(携帯電話、ホームエレクトロニクス、PC、カーエレクトロニクス、医療、エネルギー管理システム)に分類しました。

この図(市場全体)を見て考えたことを以下に述べたいと思います。

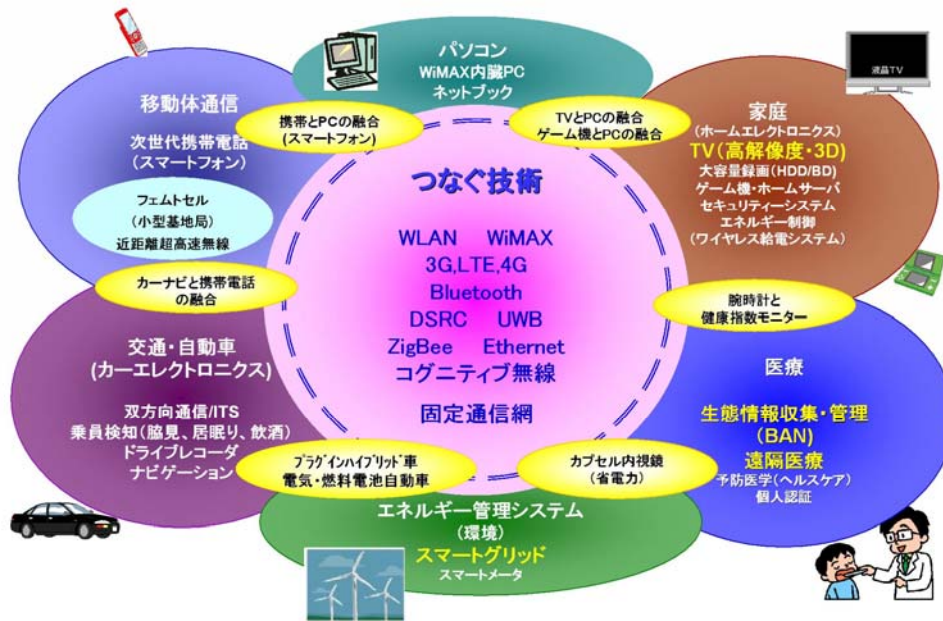


図1 水晶デバイスから見た市場分類と融合する市場

①市場融合商品

近年、各市場においてネットワークを多用したシステムの構築が進んでいること、また家電機器において、単一機能が主であった商品の多機能化が進み、これらの市場の枠を超えた市場の融合とも言うべき市場融合商品が育ちつつあると思われます。

いくつか例を挙げて説明します。

携帯電話とPC市場の融合商品として、スマートフォンが挙げられます。スマートフォンはコミュニケーション用通信機器だけではなく、音楽再生プレーヤー、電子辞書、インターネット端末、動画再生用途など、多面的な機能を持っています。またその発展系と思われる最近話題のタブレット型コンピュータもここに位置すると考えられます。タブレット型コンピュータはリッチになったコンテンツを扱える携帯電話の最新OSと携帯電話の最新CPUを用い、携帯電話がもともと持っている省電力という特徴を生かしながらそのディスプレイはPCで培われた大型で高精細の液晶パネルを用いて、いつでもどこでも好きなときにコンテンツを楽しみたいというユーザーのニーズに合った商品となっています。

またホームエレクトロニクスと医療市場の融合商品として、リストウォッチに生体モニターを付加したものが上げられます。腕時計は時を計る機能の他に登山者用に気圧計を載せたモデルはありましたが、今後は生体モニターとして脈拍センサ、血圧計、体温計、万歩計など身体の状態を検知するセンサを内蔵した健康管理端末としての役割を持つようになると考えられます。

②通信システム(つなぐ技術)の進化

これらの市場にある商品群は、図1の中心にあるネットワークシステムを通じて繋がってきており、通信システムの進化が市場の融合を益々加速させると考えられます。

いくつか例を挙げて説明します。

無線LANは、現在「IEEE 802.11n」という実効速度で100Mbps以上のデータ伝送速度(規格は600Mbps)を持ち、動画がストレスなく視聴できることをアピールすることで市場への浸透が進んでいます。

さらに高速の次世代の超高速無線LAN規格としては「IEEE 802.11vht(IEEE 802.11 very high throughput)」が検討されています。(規格番号としては、「IEEE 802.11ac」及び「IEEE 802.11ad」が予定されています。)これはギガビットWi-Fiとも呼ばれておりマルチリンク技術を実装し、デュアルリンクで1Gbps以上(シングルリンクで500Mbps以上)の実現を目指しています。

またBluetoothも高速化技術「Bluetooth 100x」として無線LANの次期高速化規格「IEEE 802.11vht」と連動した規格化を行っていくと見られます。

③スマートグリッド構想

図1において下に位置するエネルギー管理システムの市場は、すべての市場の根幹を支えています。その中で最近石油原料の枯渇を原因とした代替エネルギーの探索がされていますが、同時にエネルギー最適消費のために今後ネットワークを通じて電力コントロール機能を持つスマートグリッド構想が動いています。

この米国が最初に提唱した次世代電力網構想「スマートグリッド」の通信部分にZigBeeという省電力で動作する通信規格(通信仕様ZigBee/Home Plug)が使われる見通しとなりZigBeeが急速に普及すると考えられています。

さらに将来ZigBeeはZigBee Green Powerを開発することにより、光・熱・振動・電波といったエネルギーを電力に転換する自己発電を行うことで、機器がZigBeeネットワークと通信するための電力を賄い、より長い期間メンテナンスフリーで使用できるようにすることを目指しています。このように従来通信ネットワークとは関係ないと思われてきたエネルギー関係も通信ネットワークに繋がってこうとしています。

全体の市場としては、エコを中心としながらもユビキタスを目的にした個人の生活を便利にする技術が発展してい

くと考えられます。

3. 各市場ロードマップと水晶デバイスへの要求仕様

ここでは各市場についてロードマップを詳細につくりました。

これからの図では上半分に市場を表示し、下半分に市場に要求される水晶デバイスの特性を示します。

①携帯電話の市場動向と水晶デバイスに対する要求事項

携帯電話においては、現在3.9Gの通信が始まろうとしています。通信規格としては「LTE(Long Term Evolution)」と「Mobile WiMAX (IEEE802.16e)」であり、通信速度は下り100Mbps上り50Mbpsを超えるものです。

さらに4Gの通信規格もほぼ固まり、通信規格としては「LTE-Advanced」と「WirelessMAN-Advanced (IEEE802.16m)」を採用することがほぼ決定しました。通信速度として、1Gbpsを超える通信速度(高速移動時100Mbps 低速移動時1Gbps)を目指した規格であり、「LTE-Advanced」は「LTE」の次世代規格、「WirelessMAN-Advanced」は「Mobile WiMAX (IEEE802.16e)」の次世代規格にあたります。

いずれ時期がくれば、携帯電話の通信規格としては4Gに移行すると思われます。顧客のニーズは、むしろ、音楽プレーヤーやゲーム用途、動画閲覧など、ハードよりコンテンツに対する興味にシフトしているようです。

携帯電話の将来像としては電話機能だけではなく、身分証(保険証・社員証・学生証等)、カギ(家・車)、財布(銀行)、健康管理(主治医への連絡・身体情報等)、執事(GPS機能を用いたナビゲーション等)機能が付き、必然的に常時身に着けるお守りのようなツールになっていくと思われます。

しかし、機能の多機能化につれ実装の高密度化も進んでおり部品に対する小型化、及び高速化に伴って消費電力も増大しますので部品に対する省電力化へのニーズは変わらないと思われます。したがって水晶デバイスに対しては、今後も小型化、低背化と共に省電力化が求められていくと考えられます。

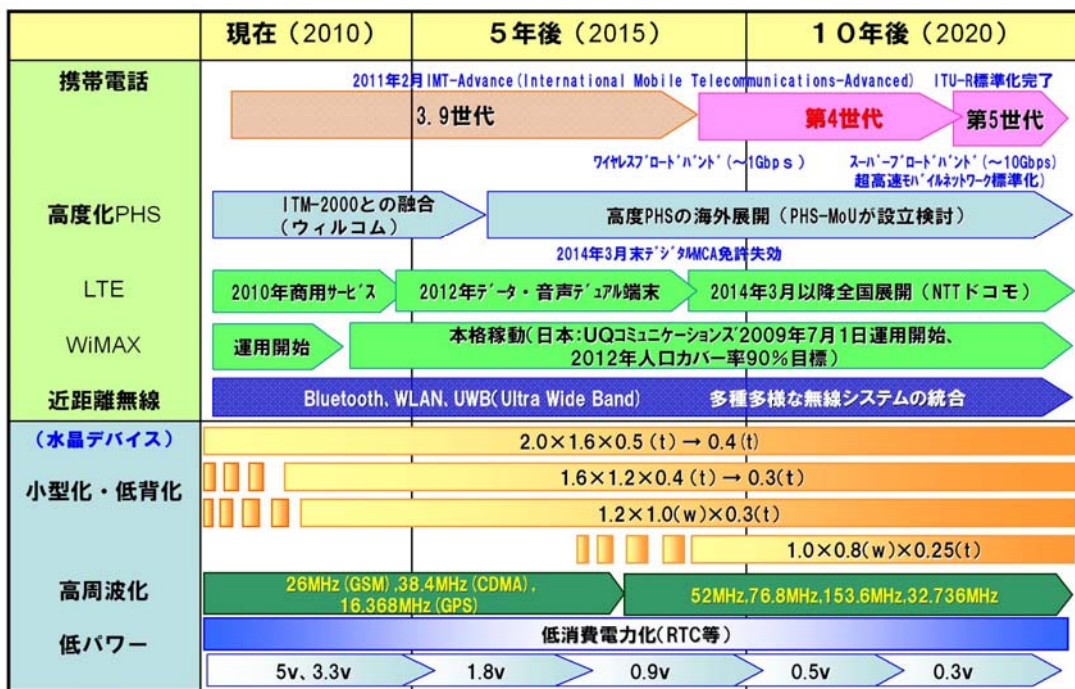


図2 携帯電話の市場動向と水晶デバイスに対する要求事項

②ホームエレクトロニクスの市場動向と水晶デバイスに対する要求事項

ホームエレクトロニクス市場では、液晶TV、光ディスク、ゲーム機、高機能家電について以下に述べたいと思います。

液晶TVは高解像度(フルHD 1920×1080対応)のTVとしてすでに市場を席捲していますが今後もその地位を維持し続けるために3D対応を含め大型化(50型以上)、4倍速表示化、超高解像度化、多原色化、広視野角化、薄型化、軽量化等の対応を行っていきと考えられます。

光ディスク(大容量記録メディア)は今回規格としてBDに一本化されたので映像作品のBD化が急速に進展し、さらにBDの3D対応規格化がおこなわれたので映像作品としても3D化作品が増えていきと考えられます。(BDは高解像度以外に3Dも付加価値としてアピールしています。)

ゲーム機はネットワーク接続が一般的となり、AV機能、HD表現、3D機能を持ちホームエレクトロニクスの娯楽の中心を目指していきと考えられます。

今後は、裸眼3Dとか3Dメガネを用いて3Dを軸にしてBDのような光ディスク及び高機能家電としてのゲーム機がワールドワイドで普及していくと思われます。

また、先進国においてはパートナーロボットと呼ばれる家事支援ロボットが、徐々にではありますが需要を伸ばしていくと考えられます。

同時にセキュリティでは防犯カメラ、GPS携帯の適用を始め、ネットワーク網を多用した特に子供たちを地域ぐるみで守るシステムが今後広まると考えられます。

水晶デバイスに対しては、携帯電話の市場と同じように小型化・低背化・省電力化が求められていきと考えられます。

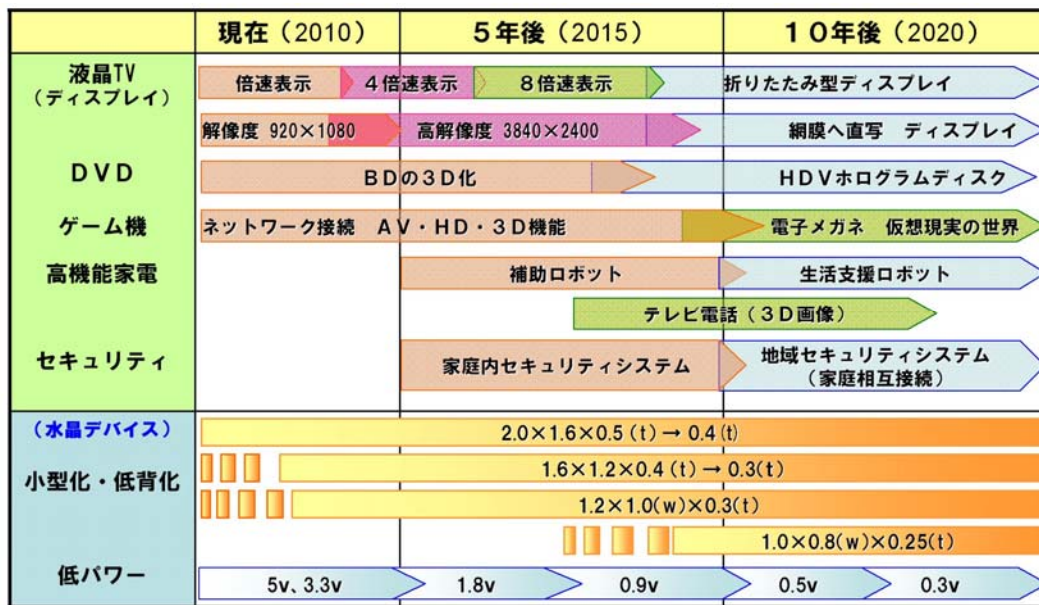


図3 ホームエレクトロニクスの市場動向と水晶デバイスに対する要求事項

③PCの市場動向と水晶デバイスに対する要求事項

PCの市場では、CPU・GPU、大容量記録装置(HDD・SSD)、USBについて以下述べたいと思います。

CPUの高速化については発熱による限界が見えてきており周波数としては3GHz近傍で収束すると思われます。しかしCPUはマルチコア化が進みチップの微細化が進むに従って6CPU、12CPUを1チップにする計画や、さらにGPU機能をCPUに統合する計画もあります。反対にGPUは今までの画像計算だけではなく浮動小数点演算が得意なことを生かしてマルチメディア処理、科学技術計算等にも用いるGPGPUを推進しています。どちらにしてもCPU・GPUは微細化が進むにつれて、処理能力を上げていくことが今後も見込まれます。

大容量記憶装置については今後も熱アシスト磁気記録方式とかホームパターンドメディア方式とかの技術を使用しHDDの高密度化が進む一方、SSDの大容量化が進むため小型、低消費電力が必要なモバイルPCについてはHDDからSSDへと置き換えが進むと考えられます。また、無線LAN等の普及により家庭内でPCだけでなくTV、ゲーム機などをネットワークでつなぎ、ホームサーバのような大容量HDDを持つ据置機で画像・映像処理を行うことも一般的になると考えられます。今後は、ホームサーバのような大容量HDDを持つ据置機とは別にモバイルPC本体は手軽さと堅牢化とバッテリー長寿命化に重要性が移行すると考えられます。

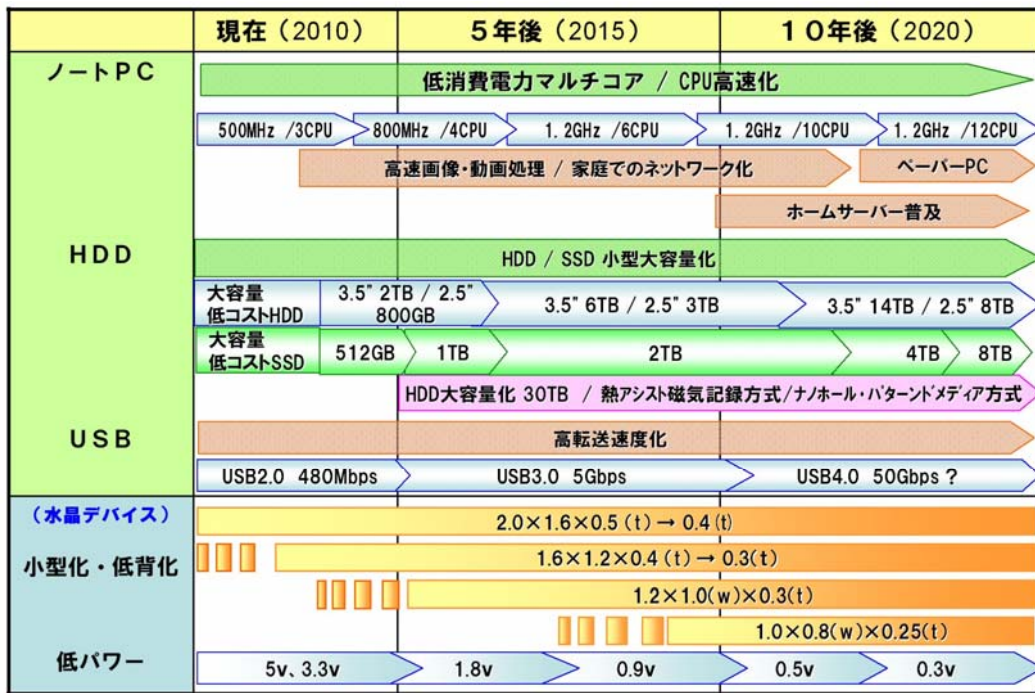


図4 PCの市場動向と水晶デバイスに対する要求事項

USBは現在USB2.0の480Mbpsの約10倍を目指したUSB3.0(最大転送速度5Gbps)が策定され、今後USB3.0はハイビジョンムービーの転送等大容量ファイルの送受信に使用され、PC、TV、BD、ゲーム等広い用途に採用されていくと考えられます。将来はUSB3.0の最大転送速度である5Gbpsの約10倍を目指した次世代のUSBが規格化されるのではないかと考えられます。

水晶デバイスに対しては、携帯電話の市場と同じように小型化・低背化・省電力化が求められていくと考えられます。

④カーエレクトロニクスの市場動向と水晶デバイスに対する要求事項

カーエレクトロニクス市場については、石油の枯渇問題によるガソリンの高騰によりハイブリッド、または電気自動

車にシステムが移行するに伴い、コンピュータ制御によるエネルギーの最適使用のためのきめ細かいエンジンコントロール等、水晶デバイスの持つタイミングデバイス機能が重視され使用数も増加すると考えられます。(高級車では現在ECUへの搭載が100個以上とされており、水晶デバイスの需要は過去10年で2.8倍に増加しているデータもあります。)これからもこの傾向は増えると考えられます。

また、VICSのように道路交通情報通信システムにより交通情報をリアルタイムで取得し、行路の最適化を図るニーズは増えると考えられます。

水晶デバイスに対しては、従来のカーエレクトロニクスの動向と同様に高信頼性、耐候性の要求が高いと考えられます。

	現在 (2010)	5年後 (2015)	10年後 (2020)
環境 (エコロジー)		ガソリン / ディーゼル	
		ハイブリッド / 電気	燃料電池
	リサイクル / 省エネ (LEDライト、太陽電池、回生ブレーキ) / 軽量化		
安全 (セーフティ)		ABS / エアバック / アクティブ制御	
		接近センサー / カメラ / レーダー	
		乗員検知(脇見検知 居眠り検知 飲酒検知)	
快適性		ナビゲーション / 渋滞回避	
		自動ブレーキ / 自動運行	ロボット・カー
社会システム との融合		双方向通信/ITS	
		カーシェアリング / モビリティ・マネジメント	
(水晶デバイス)			
高信頼性 高精度化	車内のホディ制御ネットワークの高度化 制御系の情報処理高速化 センサー類の多様化と分散処理 無線通信の標準化		高周波化 高精度化 高信頼性 の要求が高まる
耐候性	ホディ各箇所へのセンサー類、カメラ類設置により、幅広い環境条件への対応必要		

図5 カーエレクトロニクスの市場動向と水晶デバイスに対する要求事項

⑤医療の市場動向と水晶デバイスに対する要求事項

医療市場については、最近医療の国際化が進み今後も非常な伸びが期待できる市場であると考えられます。例えば心臓外科として有名な病院に対しては、外国からも医療ツアーを組んで訪れる人が増加していると言われています。

医療の今後としては、例えば従来胃カメラのように人体に多大な負担をかけて内部撮影を行ってきたものをカプセル内視鏡のように人体に対する負担を最小にしてデータをとり、将来はカプセルに入ったマイクロロボットが観察だけではなく治療も行うといったことも考えられています。

水晶デバイスに対しては、小型化・低背化と同時に医療という人の命を扱うために高信頼性が求められ、さらに低消費電力化が求められると考えられます。

	現在 (2010)	5年後 (2015)	10年後 (2020)
生体センサ	生体内複合センサ		
ウェアラブル (BAN)	生体情報通信	自動モニタ	リハビリテーション支援
インプラント (BAN)	カプセル型内視鏡	マイクロアクチュエータ	インフラ赤センサ測位
情報通信システム	人体への影響	アレイアンテナ	生体内外情報通信
医療サービス	データ収集	セキュリティ	ユビキタスネットワーク
ワイヤレスデバイス	介護・弱者支援、センシング技術と事故予防		
ヘルスケア	治療から予防		
(水晶デバイス)	1.6×1.2×0.4 (t) → 0.3(t)		
小型化・低背化	1.2×1.0(w)×0.3(t)		
	1.0×0.8(w)×0.25(t)		
高信頼性 (安心・安全)	医療サービス・介護サービスの安心・安全		
低パワー	5v, 3.3v	1.8v	0.9v
センサ	体内外で健康状態の監視・検出		
高精度・高周波	無線通信での高速な画像伝送		

図6 医療の市場動向と水晶デバイスに対する要求事項

4. まとめ 水晶デバイス技術ロードマップ〈2010年～2020年〉

図7に水晶デバイスの技術ロードマップとして各市場にあった代表的な要求をまとめ、時系列に並べました。

	現在 (2010)	5年後 (2015)	10年後 (2020)
小型化・低背化	2.0×1.6×0.5 (t) → 0.4(t)		
	1.6×1.2×0.4 (t) → 0.3 (t)		
	1.2×1.0 (w) ×0.3 (t)		
	1.0×0.8 (w) ×0.25 (t)		
高精度化	TCXO ±2.5×10 ⁻⁶ → ±0.5×10 ⁻⁶		
	OCXO ±0.1×10 ⁻⁶ → ±0.01×10 ⁻⁶		
	Crystal unit ±100×10 ⁻⁶ → ±10×10 ⁻⁶		
高周波化	BAW : 622MHz → 1GHz → 3GHz		
	SAW : 2GHz → 3GHz		
	F-BAR		
高信頼性耐候性	高温環境下への対応 85℃ → 125℃		
	機械的強度、耐衝撃性への対応		
	厳しい環境化での実装性能の確保		
低パワー	間欠動作、スタンバイモード、スリープモードへの対応 (AT+音叉)		
	低消費電力化 (RTC等)		
	低電圧対応		

図7 水晶デバイス技術ロードマップ(タイミングデバイス 2010年～2020年)

情報の伝達の多様性、画像・映像データの増加、情報の検索サーバの増大等によるデータの大容量化及びそのデータを転送するための高速化、また携帯機器の高機能化により、水晶デバイスには今後さらなる高精度化・高周波化・信頼性向上・小型化・低背化・低消費電力化が求められていくと思われます。

図8に、結果だけ示しますがセンサ技術と人工水晶のロードマップを記述しました。

ほとんどのセンサ市場はSi-MEMSによって形成された市場です。その中において水晶センサが必要とされ数量が拡大する条件としては水晶特有の広い温度範囲において安定していることが絶対条件と考えられます。このように精度の高いことが望まれる市場において水晶センサは数量を拡大していくと考えています。

また、人工水晶については、一眼レフカメラなどに使われるフィルタ材として、さらに透過性の高い材質が要求され、インクルージョン(結晶内異物)の低減が求められます。また、レーザー用の光学部品の需要も増すであろうと思われれます。

	現在 (2010)	5年後 (2015)	10年後 (2020)
センサ技術	圧力センサ	小型化の進展	高精度化の進展
	角速度センサ 加速度センサ	小型化の進展	高精度化の進展
			触覚センサ 実用化
	バイオセンサ (QCMシステム)	実用化	小型高精度化
			匂いセンサ 実用化
人工水晶	バルク結晶水晶の高品質化 (低欠陥、高Q) OLPF用 (インクルージョンの低減・耐光性の向上・透過性向上) レーザー用 (高輝度、高エネルギー用)		

図8 水晶デバイス技術ロードマップ(センサ及び人工水晶 2010年~2020年)

最後に、この中で使用しました技術ロードマップの図は、技術委員会全員で検討して作成したものであることを申し添えます。

(エプソントヨコム株式会社 遠藤 秀男)