

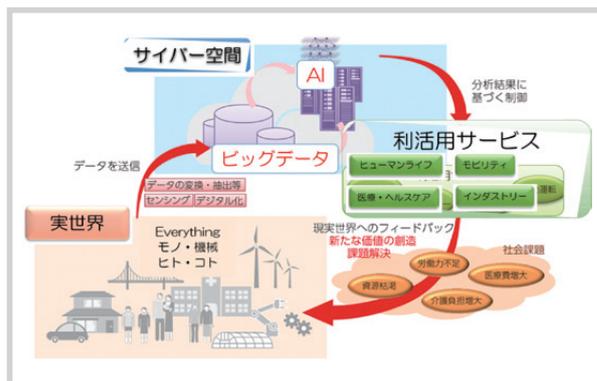
「2026年までの電子部品技術ロードマップ」 発刊、報告会の開催

電子部品部会／技術・標準戦略委員会／部品技術ロードマップ専門委員会では、2015年に発刊した「電子部品技術ロードマップ」を全面改訂し、「2026年までの電子部品技術ロードマップ」、副題を「IoTとAIによるスマート化する産業、生活と世界をリードする電子部品の動向」として2017年版を発刊しました。

電子部品技術ロードマップは電子部品を扱う技術者あるいは関係者を対象に、電子部品を取り巻く環境、電子部品の現状、10年後までの技術動向および将来への展望などを提示しています。

- ①ヒューマンライフ(インテリジェント技術、エネルギー技術、携帯電話技術、ライフアシスト技術)
- ②モビリティ(自動車、鉄道、ITS、航空機、建設業・鉱業・農業機器、宇宙船、電子部品への要求)
- ③医療・ヘルスケア(社会動向、未来の医療、予防、治療、アフターケア、活用される技術)
- ④インダストリー(第四次産業革命とそれを支える技術、次に来る変化)

【図表1:IoTとAIがもたらす実世界への利活用サービス】



刊行物のご案内

2026年までの 電子部品技術ロードマップ

- 編集・発行:
JEITA部品技術ロードマップ
専門委員会
- 体裁:
A4版 382頁
- 頒布価格:
JEITA会員 8,640円
一般(非会員) 12,960円
(送料別、消費税含む)



注目するフィールド(第2章)

第四次産業革命の中核技術となるであろうIoTとAIがもたらす実世界への利活用サービス(図表1)領域の中から注目するフィールドとして、「ヒューマンライフ」、「モビリティ」、「医療・ヘルスケア」、「インダストリー」を取り上げました。注目するフィールドについては将来IoT・AIがもたらす暮らし、産業構造、社会インフラから社会構造に至る変革に言及し、そこから創出されるIoT関連市場とそれらを支える技術側面を考察しました。

電子部品の技術動向(第3章)

電子部品の技術動向はインダクタ、コンデンサ、抵抗器を「LCR 部品」とし、「EMC 部品・ESD 部品」、「通信デバイス・モジュール」、「コネクタ」、「入出力デバイス」、「センサ・アクチュエータ」、「電源」、「電子部品材料」を取り上げました。

①インダクタ

(電源用インダクタ、電源用リアクタ、信号用インダクタ)

電子機器の小型化・薄型化に伴い使用する電源用ICも高機能化しスイッチング周波数も高周波化されます。現在のスイッチング周波数は500kHz～1.5MHzですが、今後は2MHz、3MHzと高くなっていく傾向にあり、それにともない電源用インダクタのインダクタンス値は

小さくなります。適用される電源回路の発振周波数とインダクタンス値、形状を図表2に示します。

【図表2:各発振周波数と電源用インダクタに求められるインダクタンス値、形状】

発振周波数	インダクタンス値	形状
100kHz ~	100 μ H ~ 1000 μ H	□5mm ~ □10mm
500kHz ~	10 μ H ~ 100 μ H	□4mm ~ □6mm
1MHz ~	1 μ H ~ 68 μ H	2520サイズ
2MHz ~	0.1 μ H ~ 10 μ H	2012サイズ
3MHz ~	0.1 μ H ~ 5.6 μ H	2012サイズ
	0.1 μ H ~ 4.7 μ H	1608サイズ
	0.1 μ H ~ 3.3 μ H	1005サイズ

信号用インダクタはコンデンサと組み合わせLCフィルタとして使用されることが多く、ある特定周波数の信号を通過させ、不要な周波数を除去する目的で使用されます。図表3にサイズ別L値範囲予測を示します。2026年には同一サイズのL値は2016年の1.5倍程度になると予測されます。

【図表3:フィルタ用インダクタのサイズ別L値範囲予測】

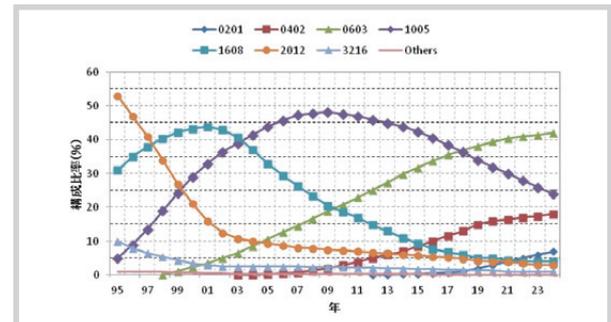
	2016年	2026年
2012サイズ	0.047 μ H ~ 100 μ H	0.047 μ H ~ 100 μ H
1608サイズ	0.047 μ H ~ 33 μ H	0.047 μ H ~ 68 μ H
1005サイズ	0.01 μ H ~ 33 μ H	0.01 μ H ~ 47 μ H
0603サイズ	0.01 μ H ~ 10 μ H	0.01 μ H ~ 22 μ H
0402サイズ	0.01 μ H ~ 3.3 μ H	0.01 μ H ~ 4.7 μ H
0201サイズ	0.01 μ H ~ 2.2 μ H	0.01 μ H ~ 3.3 μ H

②コンデンサ

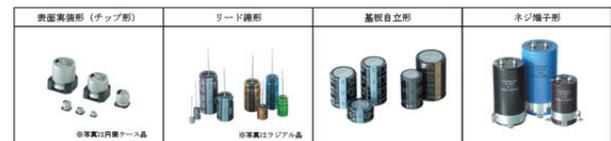
(セラミックコンデンサ、フィルムコンデンサ、アルミ電解コンデンサ、タンタル電解コンデンサ、リチウムイオンキャパシタ)

積層セラミックコンデンサは電子機器の小型化と高機能化にともなう電子部品の小型化要求と員数の増大、とりわけ携帯通信機器の市場拡大が大きな牽引力となっています。現在では0603サイズの採用が急速に進み、さらに超小型0402サイズの採用も拡大しつつあります。積層セラミックコンデンサのサイズトレンドを図表4に示します。

【図表4:積層セラミックコンデンサのサイズ別トレンド】



【図表5:アルミ電解コンデンサの形状】



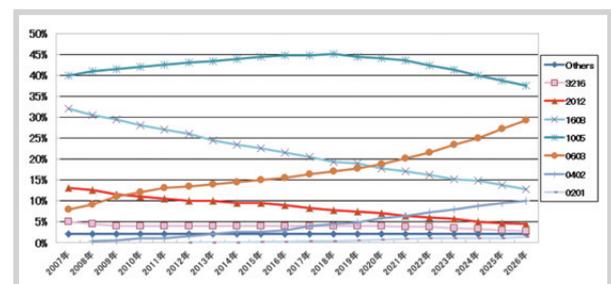
アルミ電解コンデンサは携帯電話及びスマートフォンの充電器、LED照明、車載電装、エアコンディショナのインバータ、太陽光発電・風力発電によって生成された電力エネルギーを商用電力系統につなぐためのパワーコンディショナなどの幅広い分野で使用されており、その形状は図表5に示すように、表面実装形(チップ形)、リード線形、基板自立形、ネジ端子形に大別されます。

③抵抗器

(分類と特徴、技術トレンド)

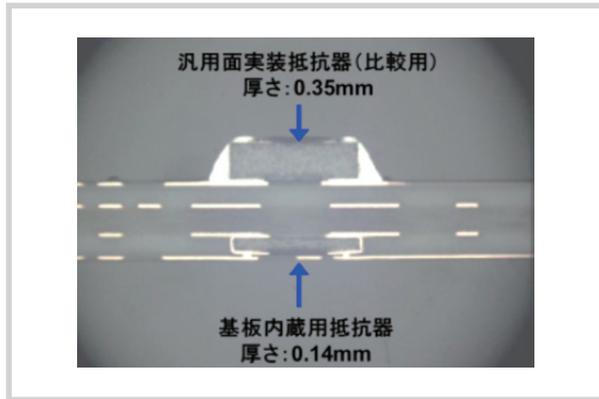
スマートフォンは軽量、小形でありながら、電話、カメラ、ゲーム、インターネット検索等、さまざまな機能を取り込んで高機能化が図られ、それを実現するために小形の電子部品が搭載されるようになってきました。抵抗器についても0402サイズや0603サイズの部品が使用される頻度は、小形化のトレンドとして今後も続くものと思われます。図表6にチップ抵抗器の2026年までのサイズトレンドを示します。

【図表6:抵抗器のサイズトレンド】





【図表7:部品内蔵基板の断面】



現在実用化されている最小のチップ抵抗器は0402サイズですが、これよりも小さな03015サイズや0201サイズも開発が進んでいます。しかしながら、小形化により各種特性の低下が伴うことからチップ抵抗器の小形化も限界に近づいており、スマートフォンやモバイル機器などは、実装技術のブレークスルーとして部品内蔵基板技術が開発され実用化されています。図表7に部品内蔵抵抗器をプリント配線基板に内蔵した様子を示します。

④EMC部品・ESD部品

(チップビーズ、コモンモードフィルタ、積層チップバリスタ、ESDサプレッサ)

EMC部品の機能は必要な信号(情報)と必要な信号を妨害する不必要な信号(ノイズ)を分離するためのフィル

タといえます。

チップビーズ(フェライトビーズインダクタとも呼ばれます)は小型化・高周波化のトレンドに合わせてラインナップの拡大が図られ、小型化については定格電流やノイズ吸収特性との相反関係にあり、小型化の製品性能は限定され、図表8のJEITAにて2014年に独自にアンケートを実施したチップビーズのトレンドに示すように、急速に進んできたチップビーズの小型化は鈍化することが予想されます。すでに0201サイズの商品も開発されていますが、定格電流を確保すると部品のノイズ吸収性能(インピーダンス特性)を少なからず犠牲にすることになり用途と効果は限定的となります。

⑤通信デバイス・モジュール

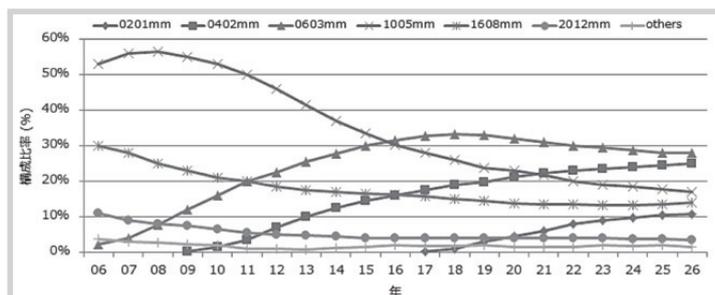
(高周波通信用デバイス、RFフロントエンド回路のモジュール化、LPWA)

携帯電話(スマートフォンなど)は、いつでも、どこでも、誰とでもスムーズに通信ができ、人々の生活を便利

【図表8:2024年までの電子部品技術ロードマップで示したチップビーズのトレンド】

信号系チップビーズ 平均回答	2014年(現状・見込)			2018年(予測)			2024年(予測)		
	大	中	小	大	中	小	大	中	小
部品形状	1608	1005	0402	1005	0603	0201	0603	0402	0201
部品高さ(mm)	0.8	0.5	0.2	0.5	0.3	0.2	0.3	0.2	0.1
インピーダンス(Ω) @100MHz 上限	2500	1800	240	3000	2000	150	2200	600	330
インピーダンス(Ω) @1GHz 上限	1700	2500	450	3500	3000	400	3200	1500	600
公差(%)	25	25	25	25	25	25	25	25	25
対策周波数帯域(MHz) 上限	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
定格電流(mA) <MAX>	700	1000	750	1000	1000	500	1000	750	500
直流抵抗(Ω) <MAX>	0.5	2.3	1.00	0.5	4.0	1.80	1.0	4.5	4.00
アレイ素子/部品形状	3216	2010	1608	2010	1608	1608	1608	1608	1608

【図表9:チップバリスタの形状別比率】



積層チップバリスタは主にモバイル機器に搭載され、人体から発生するESDや機器の製造工程でのESDから回路・ICを保護する目的で使用され、搭載部品へは高密度実装の要求が高まっており、積層チップバリスタとして0603サイズ、0402サイズの超小型形状の製品が量産されています。図表9に2026年までのサイズトレンドを示します。

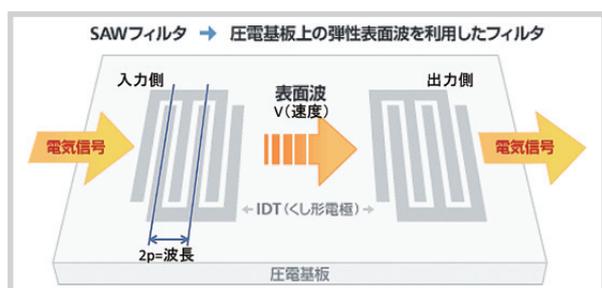
にするためにグローバル化と通信速度の向上を進めてきました。現在の4G携帯電話の送受信回路のキーデバイスとして、SAW (Surface Acoustic Wave:表面弾性波) デバイスやFBAR (Film Bulk Acoustic Resonator : 圧電薄膜共振子) デバイスが多用されています。

図表10に示すSAWデバイスは表面弾性波を利用し、入力側のくし形電極で共振する周波数の電気信号を機械振動(表面波)に変換し、出力側のくし型電極に伝わった機械振動を電気信号に戻すことでフィルタリングし、送受信に必要な信号のみ通過させることができます。

現在、LTE方式等のスマートフォンでは、高速通信に対応するため、複数の周波数帯域を同時に使用するマルチバンド化が加速しています。それにより、RFフロントエンド回路の構成はいつそう複雑になり、端末メーカーでの開発負荷が増大します。そこで部品メーカーは、端末メーカーのニーズにこたえるために、RFフロントエンド回路で使われる、RFスイッチ、各種アンプ、デュプレクサ、フィルタ、制御ICなどの部品のモジュール化に力を入れています。

モジュール化においては、搭載部品(LCR、フィルタなど)の超小型化や薄型化、超小型部品の実装技術(接合、搭載など)、プリント配線板での配線パターン微細化や基板多層化、高周波回路のシミュレーション/設計技術など、多くの高度な要素技術を必要とします。

【図表10:SAWフィルタの原理】



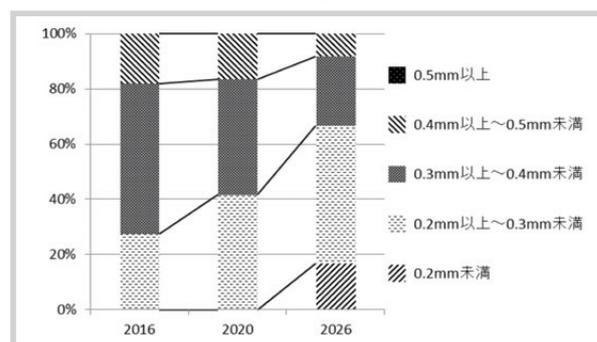
⑥コネクタ

(コネクタとは、注目するコネクタ、コネクタの動向と予測)

コネクタはEIAJ規格【RC-5200コネクタ用語】において「結合相手となる部品と接続及び切り離しを目的とした導体を接続する機構部品」と定義されています。コネクタへの要求は、初めは接触信頼性、次いで高密度多芯数化、そして現在は小型・薄型化、高速伝送性能が加わります。高度化しています。本版では相対的にトレンドが変化しているコネクタに注目し、基板対FPC、基板対基板、インタフェースの3つのコネクタについて、JEITA会員コネクタメーカーへのアンケート調査の結果にもとづき技術動向を示しました。

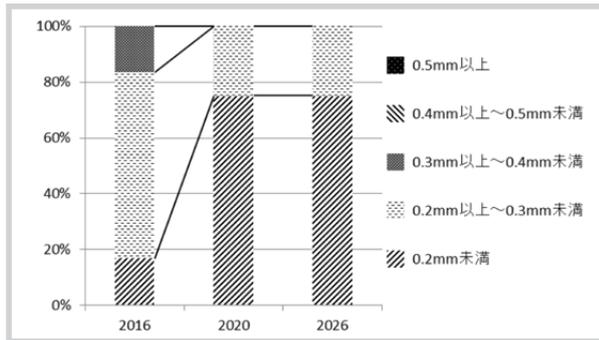
一例としてコネクタに要求される端子ピッチのトレンドを小型機器に使用される基板対FPCコネクタについて図表11に示します。現在0.3mm～0.4mm未満のピッチが主流ですが、2020年から次第に0.2mm以上0.3mm未満にシフトし、2026年には0.3mm未満が60%を超え、0.2mm未満も約15%となり、狭ピッチ化が進むと予測されます。また、先端性能コネクタでは図表12に示すように2020年から0.3mm未満が100%となり、0.2mm未満が75%となるなど、さらなる狭ピッチ化が進むと予測されます。

【図表11:端子間ピッチ(小型)】





【図表12:端子間ピッチ(小型・先端)】



コネクタの高さは現在0.8mm～1.0mm未満が主流に対し、先端性能コネクタでは2026年には、0.6mm未満が75%を占めると予測されます。また、伝送速度については、現在500MHz～1GHz未満が主流に対し、2020年には1GHz以上が75%となり、先端性能コネクタでは、2026年には10GHz以上が約60%となりさらに高速化が進むと予測されます。

⑦入出力デバイス

(インタフェースと入出力デバイス体系、入出力インタフェースの動向、入出力デバイス)

人と機器、機器と機器をつなぐ手段としてインタフェース技術があります。ヒューマンインタフェースには入力側と出力側があり、入力インタフェースは人から発信された信号を電気的な信号に変換し機器へ伝達する手段です。一方、出力インタフェースは機器から人へ音声や映像などを伝える役割を果たします。

昨今、HMDの低価格化等にとまなうVRの応用展開が広がっており、現実さながらの3次元映像の中に身をお

くことができるようになり、さらにARを応用した遠隔操作も現実のものとなりつつあります。しかし、リアリティがある映像のみでは対象物の実体を感じさせるには不足であり、操作感等を向上させるためには触覚・力覚的なフィードバックが必要となります。そのために、触覚・力覚の提示技術が今後の課題であり、様々な試みが行われ始めています。表面触覚提示技術と力覚提示技術について図表13に示します。(本版の第2章 1節 ヒューマンライフから引用)

⑧センサ・アクチュエータ

(センサ、アクチュエータ)

センサ・アクチュエータの一般的な定義は以下の通りです。センサ・アクチュエータは大きな意味では電気信号と物理量を相互に変換するトランスデューサと捉えることができます。

センサ = 入力 (各物理エネルギー) を出力 (各信号、主に電気信号) に変換
 アクチュエータ = 入力 (電気エネルギー) を出力 (機械エネルギー) に変換

今後、急速に拡大が見込まれるIoTではセンサは主要部品の一つです。2030年までに100兆個にまで膨れ上がるといわれているセンサは、健康、食糧生産、環境モニタリングなどの役目を担い、必要な判断、最適化を加

【図表13:触覚・力覚提示技術の一覧】

タイプ	技術		特徴
表面触覚提示	機械的作用	振動モータ	最も一般的に使用されているが薄型化が困難
		圧電素子	薄型化可能だがパワーとの相反性がある。提示可能触覚が限定的
	電気的作用	静電作用	多様な触覚を提示可能、ただし、触覚を得るには表面を撫でる必要あり
		電流刺激	多様な触覚を提示可能、ただし、触覚強度の制御や空間分解能向上に工夫が必要
力覚提示	バイラテラル制御	力覚を正確に再現可能、力の大きさや距離の拡大縮小も可能、ただし、機構が大型	
	錯触力覚技術	提示力覚の種類・強度は限定的だが、モバイル機器等への応用可能	



えながら自動的・自立的に機能するようになります。人が気付かない間に情報を収集し、最適な動きをすると期待されています。センサとしてはMEMSをベースに、化学センサ、光学センサ、フレキシブル／印刷デバイスなどの技術がさらに展開されることでしょう。拡大するための課題は低コストと低消費電力にあります。センサが使用される環境は必ずしも電源があるわけではなく、電池駆動やエネルギーハーベストのような微弱な電力を使用することになり、データ通信機能も必要となるためにセンサネットワークシステム全体として消費電力をいかに小さくするかが必要となります。

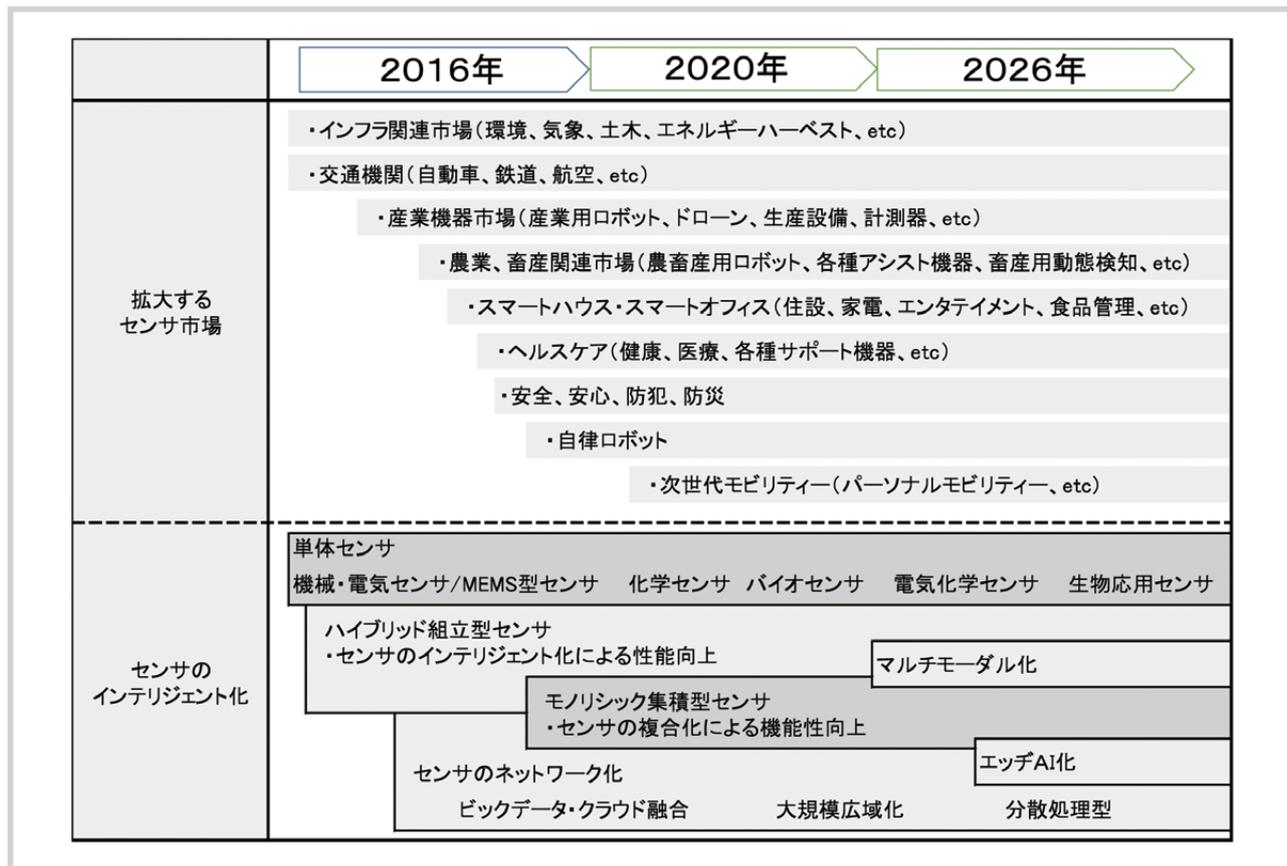
センサデバイスの改良・進化とともにセンサネット

ワークシステムとしての新たな発想が必要となってきています。今後のセンサ市場とセンサのインテリジェント化のロードマップを図表14に示します。

アクチュエータは利用する作動原理（入力するエネルギー）によりさまざまなものが開発され利用されています。一般には電動機（モータ）やエンジンのような動力を持続的に発生させるものを使った運動機構に、電気的な信号等による制御機構を付加し伸縮・屈伸・旋回といった運動を可能とする装置です。

アクチュエータは運動機構と動力源でそれぞれ分類することができ、運動機構として、回転型、直動型、揺動型に分類され、動力源には電磁力、電気力、油圧・空気圧が

【図表14:センサ市場とセンサインテリジェント化のロードマップ】





使用されます。

- (1) 電磁力アクチュエータ：電流と磁界の相互作用で発生した電磁力を用いて機械的運動を得る
- (2) 電気力アクチュエータ：圧電／電歪現象、静電誘導、磁歪現象などを用いて機械的運動を得る
- (3) 油圧・空圧アクチュエータ：流体パワー（圧力×流量）を機械パワー（力×速度、トルク×角速度）に変換する
- (4) ニュアクチュエータ：熱・化学・光エネルギー等、従来と異なるエネルギーを利用する

アクチュエータの主力であるモータ市場は車載向けや家電向けのモータ搭載台数の増加と高付加価値への移行が進んでいるため、市場としては拡大方向にあります。新興国での家電の普及によるモータ需要の増加、医療機器など各種業務・産業機器での増加もあり、モータを使用したアプリケーションは今後も広がり、その役割はますます多様化、高度化すると予想されます。

⑨電源

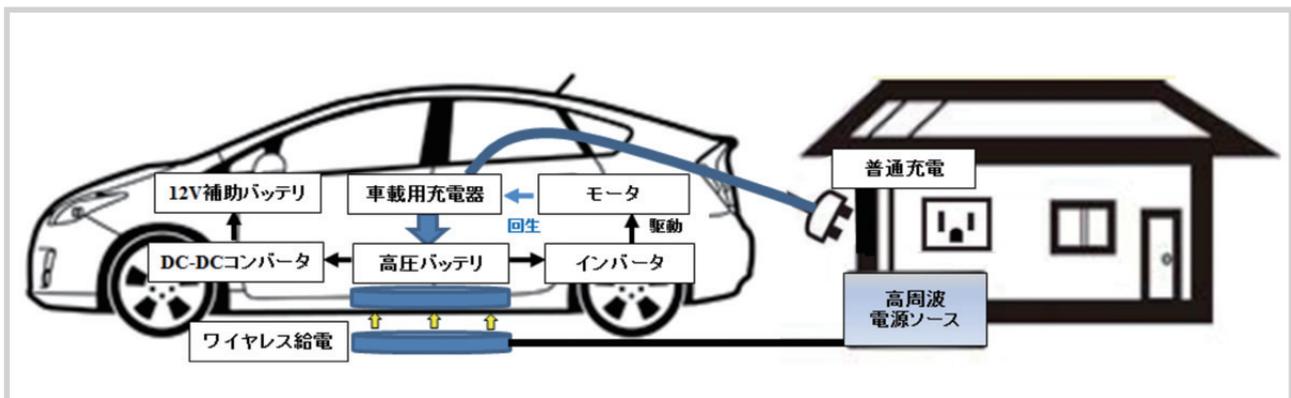
(直流安定化電源の使い方、制御方法、回路例、電源の使用部品動向、電源の動向)

直流安定化電源にはコスト、小型、低ノイズ、信頼性、

環境性能（省エネルギー・効率・待機電力・RoHS/Reach・クリーンエネルギー）、規格対応（環境規制・安全規格）など様々な要求が課されます。直流安定化電源はエネルギー関連、照明・表示器関連、交通インフラ関連（鉄道・道路）、セキュリティ機器、遊技関連機器、充電機器（接触、非接触）、AV機器、生活家電など、様々なところで活用されています。スイッチング方式には当初のハードスイッチングだけでなくソフトスイッチング方式も開発され、同期整流方式を加えてより低ノイズ、高効率な電源へと進化しています。近年ではデジタル制御やヒステリシス制御方式の電源も開発され、より高度な制御、通信による外部制御、動作状況の確認等一層の進化を遂げようとしています。

EV、PHVは、米国カリフォルニア州のZEV（ゼロエミッション）規制に代表される排出ガス規制強化に伴って2020年には年間100万台以上の需要が予測されています。EV、PHVでは回生エネルギーの電池への蓄電、電池からモータへの給電等に複数の直流安定化電源が使われています。また、外部からEV、PHVへの充電方法として図表15に示す非接触給電システムが注目を集めています。

【図表15:非接触給電システムの構成例】

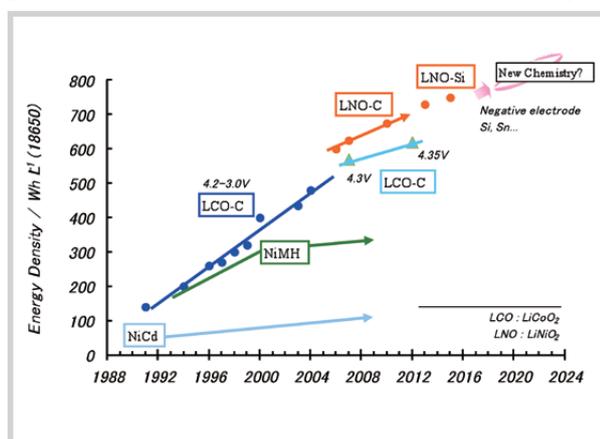


⑩ 電子部品材料

(二次電池材料、圧電材料、導電材料)

リチウムイオン電池は正式な実用化から既に20年が経過しており、この間にも大きくエネルギー密度が向上しています。図表16にエネルギー密度の推移を示します。

【図表16:リチウムイオン電池のエネルギー密度推移】



エネルギー密度の向上は負極であるカーボンの特性向上による寄与が大きいのですが、現行のカーボン負極の特性は限界に近いところまで迫っています。今後、より大きなエネルギー密度を向上して行くための正極、負極ともに新材料の活用、並びに、次世代二次電池を担う電池材料についての技術解説と開発動向を記述しています。

PZT (Pb(Zr,Ti) O₃ : チタン酸ジルコン酸鉛) に代表される多結晶圧電材料は、セラミックスである性質上屈曲性がなく、衝撃荷重に弱いという問題があります。そこで有機系圧電材料の開発も行われており、例えば高分子圧電膜では、ポリフッ化ビニリデン (PVDF) の一軸延伸フィルムや、最高の電気機械結合定数を持つP(VDF-TrFE) (ポリフッ化ビニリデン三フッ化エチレン共重合体) が開発され、各種センサや超音波トランスデューサ等に実用化されています。最近では、ポリ乳酸を原料とした非焦電性透明圧電フィルムが開発され、近い将来には実用化される見通しです。図表17に非焦電性透明圧電フィルムの適用例を示します。圧電出力定数や光線透過率が高く、非焦電性であるため押圧力の検知が可能で

あり、押圧・曲げ・ねじりなどの動きを各種電子機器の操作に利用するインターフェースとしての適用が期待されています。

【図表17:圧電薄膜を利用したMEMSデバイス】



電子機器・回路で使用される導電性材料としては、以前より電気伝導性の高い金属材料が主に用いられてきました。また今後も主流を占めるのは間違いありませんが、新しい電子機器、電子部品、革新的な技術を支える新しい導電性材料として、金属ナノ粒子、導電性酸化物、導電性高分子や導電性ナノカーボン材料の開発が進められています。

トピックス(第4章)

トピックスでは、「電子部品のFMEA実施ガイドの概要」としてFMEAを電子部品に適用する際の実施手順、記載内容の一部を紹介しています。「国際標準化の概要」では、電子部品の国際規格の制定に至る事例を紹介しています。

余白には「コーヒーブレイク」として、“100”にまつわるよもやま話を記載しました。

また、ロードマップ発刊に合わせて、東京と大阪で報告会を開催いたしました。両報告会ともに盛況のうちに終了し、電子部品技術ロードマップへの高い関心がうかがえました。

① 東京報告会

■日時：2017年3月3日(金) 10:00 ~ 16:30

■場所：中央大学駿河台記念館

■参加人数：264名(会員：139名、一般：55名、プレス：11名、他：59名)

② 大阪報告会

■日時：2017年3月17日(金) 10:00 ~ 16:30

■場所：国民會館 武藤記念ホール

■参加人数：136名(会員：82名、一般：26名、他28名)