

調査対象技術の技術概要

「車載用半導体素子」

1. 車載用半導体素子の発展経緯

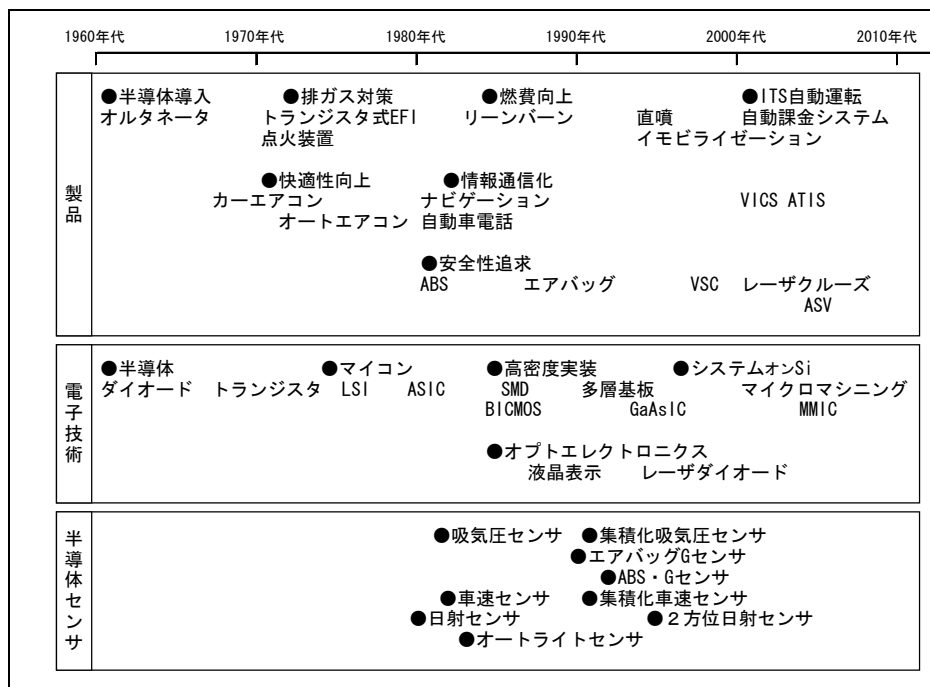
1960年代、自動車に使われていた電気装置はライトやスターティングモータなどの基本的部品を除くと、オルタネータ（交流発電機）や電圧レギュレータ、イグナイタ（点火装置）程度であり、これらに付属する電子回路に使われたのはダイオードやトランジスタといったディスクリート素子であった。

図1にカーエレクトロニクスの動きと今後の動向を示しているが、自動車の電子化が急速に進んだのは1970年代半ば以降であり、その頃高まっていた排気ガス規制の動きと、それに連動する燃費改善の要請がそれを後押しした。

排気ガス規制と燃費改善は、技術的には相反する部分もあり、同時に達成するにはメカニクスの改良のみでは困難で、ここで当時一般化しつつあったマイクロコンピュータを用いた最適化制御の試みが始まったのである。点火時期制御や空気／燃料混合比制御やアイドルリング制御などで、エンジンメカニクスから各種センサで瞬時に情報を入手し、理論値とのずれを補正して無駄な変動を抑制する精密な制御を行う電子システムが確立した。

こうしてエンジン制御から広まった電子化は、1980年代にはシャーシ系、ボディ系、情報系（運転室内）へと短期的に拡大し、現在では自動車を構成する各種サブシステムのうち、約30種以上が電子システム化されている。また、使用される半導体素子自体も半導体技術の進歩に合わせて高性能／高機能化し、さまざまな大規模集積回路が多用されるようになってきている。

図1 カーエレクトロニクスの動きと今後の動向

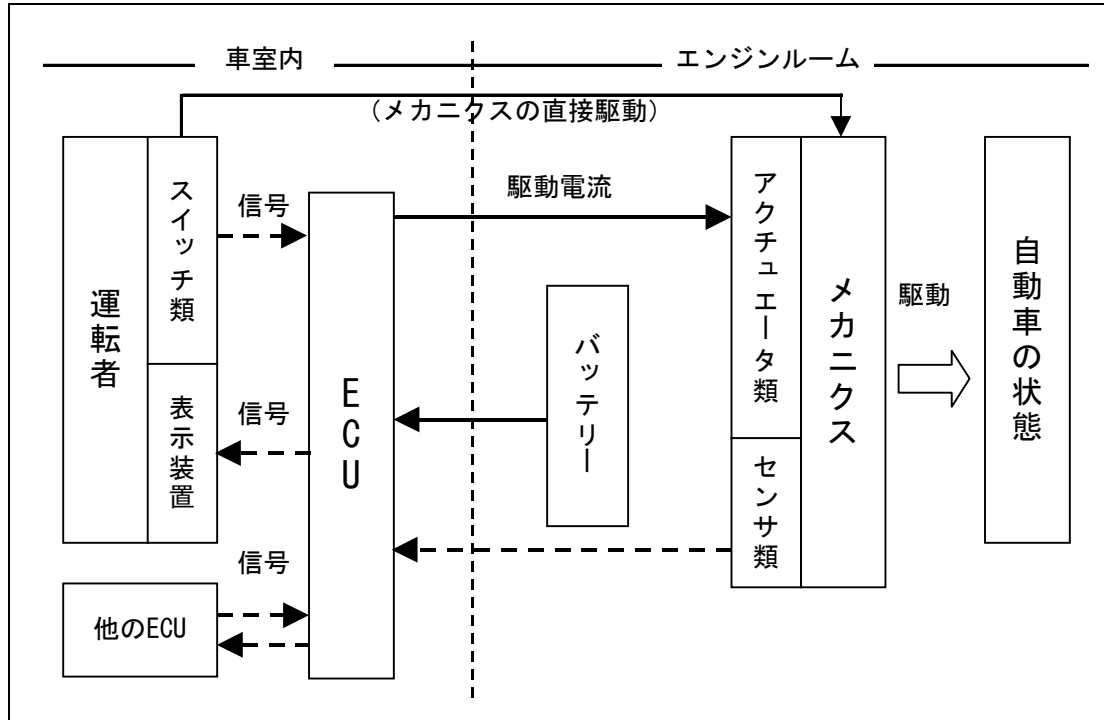


出所：株式会社 デンソー 作成資料より

2. 電子システムの構成

一般的に電子システムは、図2のように構成されている。

図2 一般的な電子システム



出典：「カーエレクトロニクスの動向と電子部品」、(2001年3月)、社団法人 電子情報技術産業協会、電子情報技術産業協会、55頁 図4-1.2-1 サブシステムを構成するメカニクスと電子システム

基本要素としては、

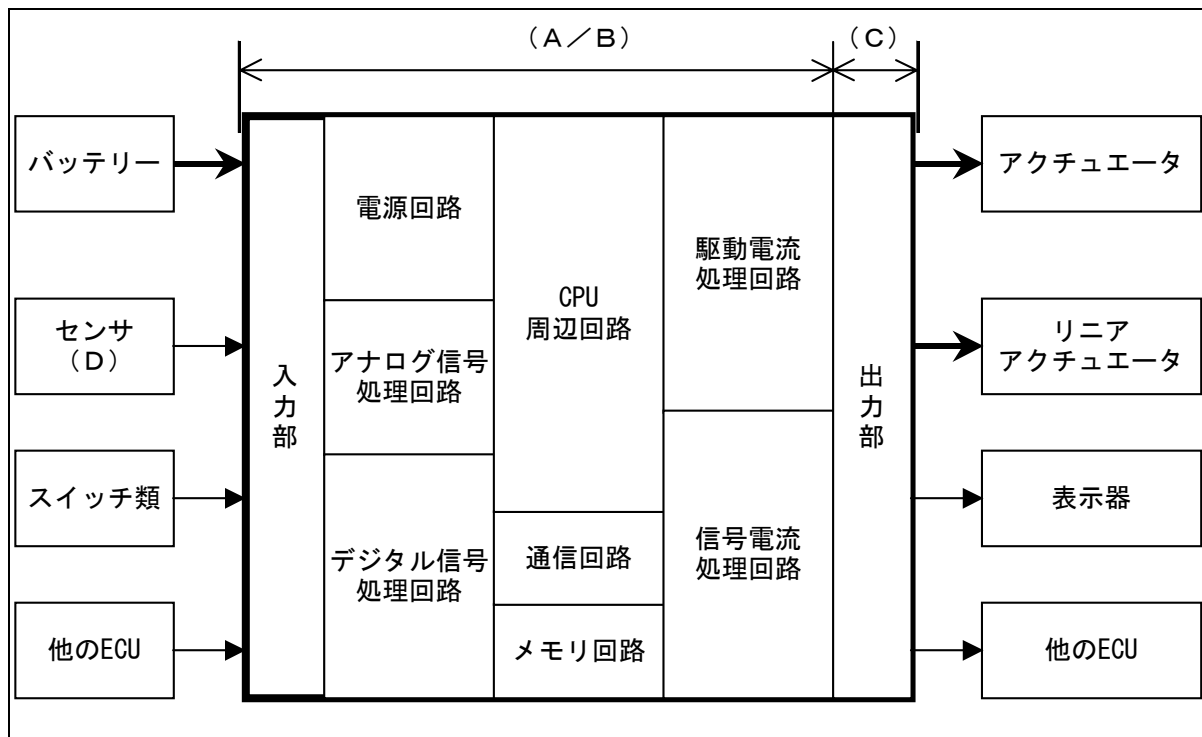
- (1) ECU
- (2) センサ
- (3) アクチュエータ
- (4) ワイヤハーネス
- (5) バッテリー

があり、半導体素子としては、ECUを構成するものと、半導体式のセンサがある。本標準技術集では、これら半導体素子を次の4分類にまとめている。

- A. マイクロコンピュータ
- B. デジタル・アナログ IC
- C. パワー素子
- D. センサ

ECUの構成とA～Dの関係は次のようになっている。

図3 ECUの回路ブロック構成例（図中の太線枠内）



出典：「カーエレクトロニクスの動向と電子部品」、(2001年3月)、社団法人 電子情報技術産業協会、電子情報技術産業協会、58頁 図4-1.4-2 ECUの回路ブロック構成例

ただし、実際のECUに使用されている各種半導体素子の構成は多種多様で、図3中の各機能ブロックがさまざまに複合されたものが多い。

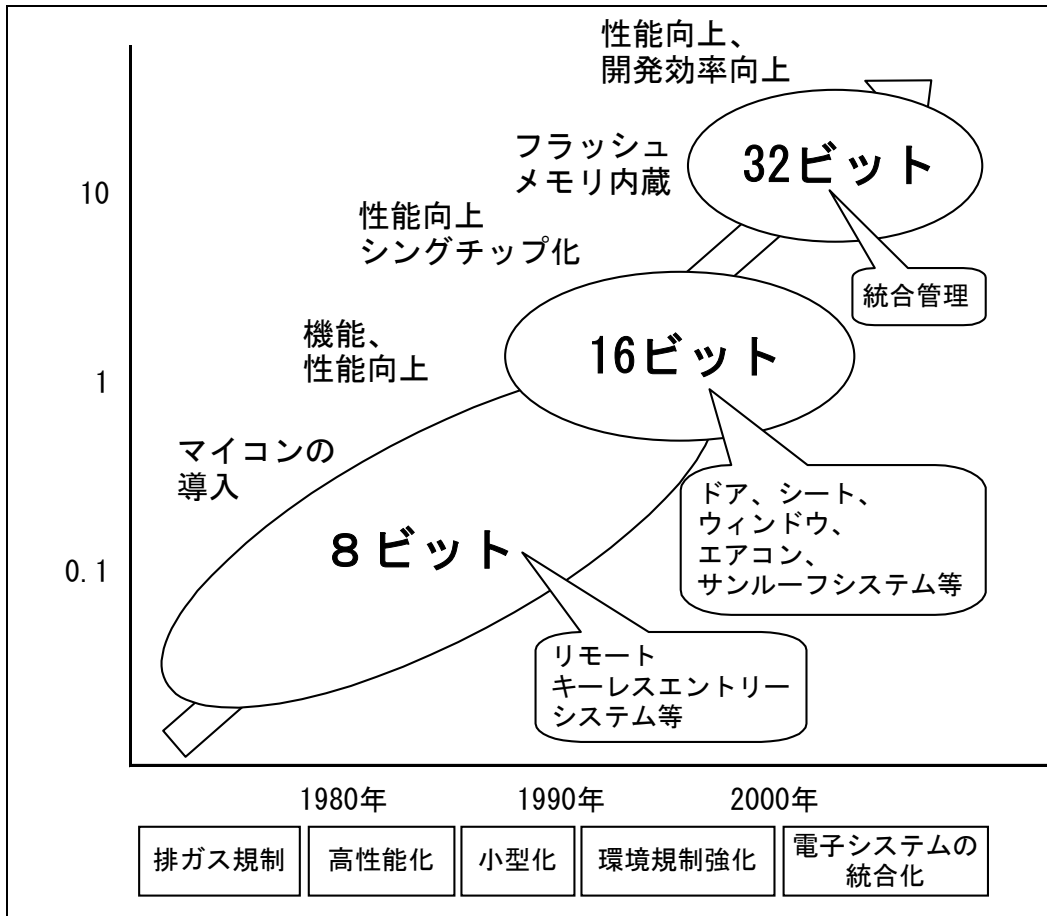
3. 主要な半導体素子の動向

ECUの心臓部はマイクロコンピュータで、センサから送られる各種情報を瞬時に計算し、大きな慣性重量をもった自動車の状態を維持、是正するための最適制御指示をアクチュエータに伝える。各種アクチュエータをコントロールするためにパワー素子を駆動し、大電流出力を行うが、こうした駆動を補助したり、システム全体の給電を管理したりするさまざまな専用IC（本標準技術集ではデジタル・アナログICと呼称）が用いられる。

近年のITS化の動向により、ECU間の通信や車外のサポートシステムとの通信をコントロールする専用ICなどが増加しつつあり、マイクロコンピュータの高機能／高性能化と合わせて、車載用半導体素子開発の大きな動向となってきた。

図4に、車載用マイクロコンピュータの進化（車載システムの要求による）を示す。

図4 車載用マイクロコンピュータの進化



出典：「カーエレクトロニクスの動向と電子部品」、(2001年3月)、社団法人 電子情報技術産業協会、電子情報技術産業協会、59頁 図4-1.4-3 自動車用マイクロコンピュータの変遷

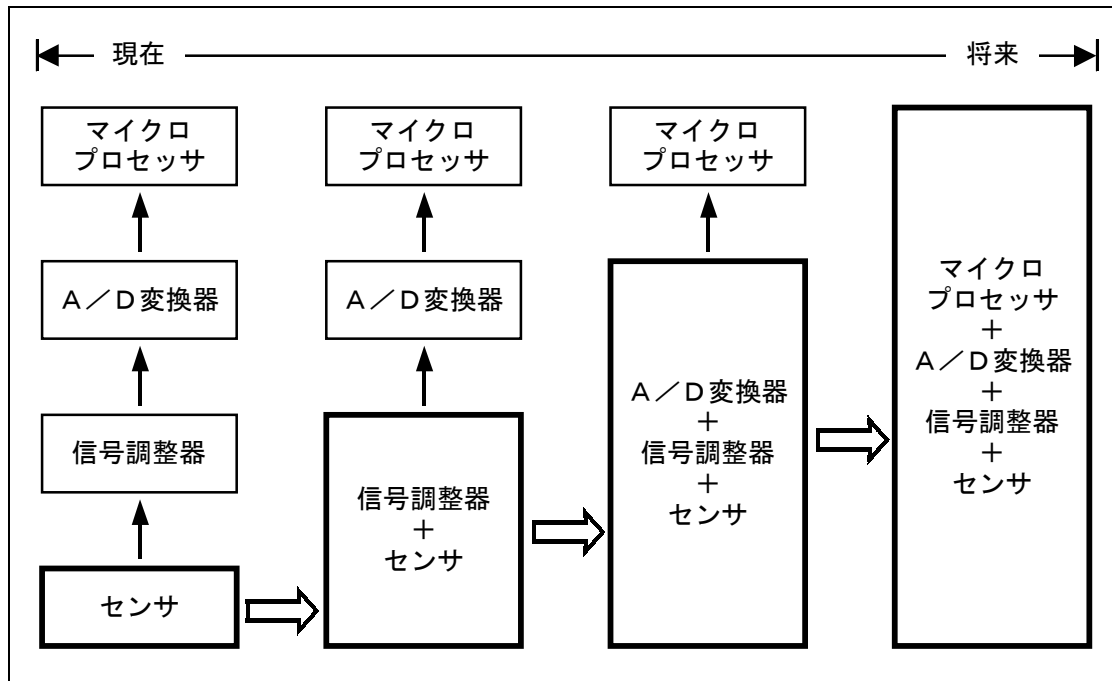
一方、自動車で大量に使われる各種センサも進化が続いている。表1は、自動車用途と他の用途との比較であるが、価格に比べ要求仕様が非常に厳しい。こうした高度な要求を満たすため、半導体技術やマイクロマシニング技術を応用するなどしてセンサのスマート化が進展しつつある。図5にセンサの進化の方向を示すが、近い将来、センサは種類によっては、マイクロコンピュータと一体化する可能性も大きい。

表1 産業用センサへの要求

	自動車	家電	計測	航空機
精度	1～数%	～数%	0.1～1%	0.1～1%
温度範囲	-40～120℃	-10～50℃	0～40℃	-55～70℃
対衝撃性	2～25 G	～5 G	～1 G	0.1～10 G
電源変動	±50%	±10%	±10%	±10%
電磁環境	悪	良	良	良
価格	100～1,000円	100～1,000円	1,000～10,000円	1,000～10,000円

出所：株式会社 デンソー

図5 車載用センサの進化



出典：「カーエレクトロニクスの動向と電子部品」、(2001年3月)、社団法人 電子情報技術産業協会、電子情報技術産業協会、61頁 図4-1.5-1 センサの進化

3. 主要な半導体素子の技術的特徴

本標準技術集に収録されているAからDまでの4区分202品種について、サブ区分ごとに技術的特徴を以下に示す。

(1) A区分 マイクロコンピュータ (サブ区分なし)

- ・多くの機能 (パラレル I/O、AD 変換、PWM 出力、記憶素子、ウォッチドクタイマなど) をワンチップに集積している
- ・ファームウェアやパラメータ記憶用の比較的大容量のフラッシュ ROM を内蔵する
- ・バッテリー駆動のために、スタンバイモード機能等の低消費電力化がなされている
- ・車内シリアルバス通信用の CAN 機能を内蔵している
- ・動作温度範囲が広い

番号	技術名
A 1	1チップ8ビットCMOSマイクロコンピュータ
A 2	フラッシュメモリ内蔵8ビットCMOSマイクロコンピュータ
A 3	CAN内蔵8ビット・マイクロコンピュータ
A 4	8ビット・マイクロコントローラ
A 5	8ビット・マイクロコントローラ
A 6	8ビット・シングルチップ・マイクロコンピュータ
A 7	8ビット・シングルチップ・マイクロコンピュータ
A 8	8ビット・シングルチップ・マイクロコンピュータ
A 9	8ビット・シングルチップ・マイクロコンピュータ
A 10	8ビット・シングルチップ・マイクロコンピュータ
A 11	16ビット・マイクロコントローラ
A 12	16ビット・マイクロコントローラ
A 13	16ビット・マイクロコントローラ
A 14	16ビット・マイクロコントローラ
A 15	16ビット・マイクロコントローラ
A 16	16ビット・シングルチップ・マイクロコンピュータ
A 17	16ビット・シングルチップ・マイクロコンピュータ
A 18	16ビット・マイクロコントローラ
A 19	1チップ16ビットCMOSマイクロコンピュータ
A 20	16ビット・マイクロコントローラ
A 21	16ビット・マイクロコントローラ
A 22	16ビット・シングルチップ・マイクロコンピュータ
A 23	16ビット・シングルチップ・マイクロコンピュータ
A 24	32ビット・RISCマイクロコンピュータ
A 25	32ビット・RISCマイクロコンピュータ
A 26	32ビットCMOSマイクロコンピュータ
A 27	32ビットCMOSマイクロコンピュータ
A 28	32ビットCMOSマイクロコンピュータ
A 29	32ビット・マイクロコントローラ
A 30	32ビット・シングルチップ・マイクロコンピュータ
A 31	32ビット・シングルチップ・マイクロコンピュータ
A 32	16ビット・デジタル・シグナル・プロセッサ
A 33	DSPコントローラ
A 34	DSRC内蔵32ビットマイクロコントローラ

(2) B区分 デジタル・アナログ IC

(a) 入力インタフェース

- ・センサからの信号を処理するのに必要な機能が集積化されワンチップに納められている
- ・広い動作温度範囲

番号	技術名
B 1	低コスト精密センサ・コンディショナー
B 2	センサ・コンディショニング電子回路
B 3	センサ・コンディショニングIC
B 4	2チャンネルセンサ信号プロセッサ
B 5	デュアル可変磁気抵抗センサインタフェースIC
B 6	ピックアップセンサインタフェース
B 7	8ビット・A/DコンバータIC
B 8	周波数-電圧コンバータ
B 9	GPS RFフロントエンドIC

(b) 出力インタフェース

- ・電源の短絡、断線、過電流、温度過上昇などに対する検出、警報や保護機能を内蔵している
- ・非動作時に低電流化を実現するスタンバイモード
- ・一般に高電流をスイッチングするのでオン抵抗が非常に小さい
- ・電磁界放射を小さくするために出力のスリューレート制限機能を持っている

番号	技術名
B 10	ハイサイドPWM FETコントローラIC
B 11	パワーMOS FETゲートドライバ
B 12	電圧出力付き76Vハイサイド電流センスアンプ
B 13	ローサイドPWM FETコントローラIC
B 14	8連ローサイド・ドライバIC
B 15	直流モーター・アプリケーション用7A・Hブリッジ
B 16	フル・ブリッジ・サブドライバ
B 17	シリアル入力コントロール付き40Vデュアル8出力ドライバ
B 18	シングルリレードライバIC
B 19	2回路リレー・フラッシュIC
B 20	シングルランプドライバIC
B 21	方向指示器用リレー・ドライバIC
B 22	フラッシュコントローラ
B 23	デューティコントローラ
B 24	3相ブラシレスモーターブリッドライバ
B 25	フォルダ・アクチュエータIC
B 26	ヘッドライト調整用モーターブリッジIC
B 27	ダイナミック電流供給付きIGBTイグニッション・プリドライバIC
B 28	イグニッションシステム用プリドライバ
B 29	多機能インジェクション・インタフェースIC
B 30	オルタネータ・レギュレータ
B 31	蛍光表示管ドライバIC
B 32	TFT液晶インタフェース

(c) 電源周り

- ・ バッテリ電源に対応し、過電流、過電圧、電圧降下などの検出機能をもち、電源異常時に確実にシステムをリセットを実現する
- ・ スリープ状態を解除するウェイクアップ機能を提供する
- ・ レギュレータはバッテリ駆動に対応し低消費電力化がなされている
- ・ ウォッチドッグタイマ、リセットタイマ、ウェイクアップタイマ等複数の機能を集積化した素子が多い
- ・ 広い動作温度範囲

番号	技術名
B33	5V低電圧電源内蔵ウォッチドッグタイマ
B34	ウォッチドッグタイマ
B35	ウォッチドッグタイマ
B36	ウォッチドッグタイマ
B37	ウォッチドッグタイマ内蔵システムリセット用IC
B38	ウォッチドッグタイマ内蔵システムリセット用IC
B39	システムリセット用IC
B40	システムリセット用IC
B41	ステップダウンDC/DCコントローラ
B42	超低静止電流3.3Vレギュレータ
B43	LINインタフェース内蔵電圧レギュレータ
B44	可変型低消費電流・低ドロップアウト電圧レギュレータ
B45	超低消費電流・デュアル低ドロップアウト電圧レギュレータ
B46	65V低静止電流高電圧レギュレータ
B47	フィルタ付き可変電圧レギュレータIC
B48	リセットタイマ付き5V電圧レギュレータ
B49	ウォッチドッグタイマ付き5V電圧レギュレータ
B50	ウェイクアップ・タイマ付き5V電圧レギュレータ
B51	ウォッチドッグ・タイマ付き5V電圧レギュレータ
B52	ウェイクアップ・タイマ付き3.3V/5Vデュアル電圧レギュレータ
B53	ウォッチドッグ・タイマ付き5V電圧レギュレータ
B54	スイッチングレギュレータコントロールIC
B55	電源ネットワークIC
B56	電源ネットワークIC

(d) 通信用インタフェース

- ・ 3線通信に異常が起きた際に自動的に2線通信に切り換え、復旧したら再度3線通信に復旧する機能を持つ
- ・ 異常発生時にチャンネルを自動的に切り離しネットワークに影響を与えない考慮がなされている
- ・ 非通信時に低消費電力化を実現するスタンバイモードを持つ、各種のフォールト・トレラント化がなされている
- ・ 広い動作温度範囲
- ・ 広い動作電圧範囲

番号	技術名
B 57	TTP/C-C1通信コントローラIC
B 58	シングル・ワイヤ・トランシーバ
B 59	Kバス・インタフェース
B 60	フォールト・トレラント低速CANトランシーバ
B 61	LANトランシーバIC
B 62	EIA-232-E 5V単一ドライバ/レシーバ
B 63	フォールト・トレラントCANインタフェース
B 64	ローカル・インターコネクト・ネットワーク・インタフェース
B 65	車載LAN用伝送コントローラ
B 66	電源制御内蔵J1850/VPWトランシーバ
B 67	CANコントローラ・インタフェース
B 68	24Vシステム用CANトランシーバIC
B 69	フォールト・トレラントCANトランシーバIC
B 70	スタンドアローンCANコントローラIC
B 71	カーオーディオ用BUSインタフェース（マスター側）
B 72	カーオーディオ用BUSインタフェース（スレーブ側）
B 73	I2Cバス・ラインバッファ
B 74	ISO 9141インタフェースIC
B 75	フォールト・トレラントCANトランシーバIC
B 76	4回路RS-485差動ライン・ドライバー
B 77	4回路RS-485差動ライン・レシーバ
B 78	3.3V CANトランシーバ

(e) その他専用 IC

- ・多くの機能を集積化してワンチップ化したものが多い
- ・バッテリー駆動を意識した低消費電力化がなされている
- ・安全に関わる素子（エアバッグ等）は、正負論理を相補化し回路のフェイル・セーフ化がなされている
- ・狭い車内で高音質を実現するサラウンド用の素子が充実している（カーオーディオ用）
- ・電源に対する各種保護機能を内蔵
- ・広い動作温度範囲

番号	技術名
B 79	ワイパー・システムの間欠的ワイプ/ウォッシュ制御IC
B 80	遅延付きインターバル・ワイプ/洗浄ワイパコントローラIC
B 81	リレードライバ/ランプドライバ内蔵フェイルセーフIC
B 82	サイドエアバッグセンサ・デュアルインタフェースIC
B 83	ISMバンドFSKレシーバIC
B 84	インテリジェント接点モニタIC
B 85	ISM 433/315 MHz FSK/ASKトランスミッタ
B 86	ISMバンドFSKトランスミッタIC
B 87	自動車ソナー用IC
B 88	自動車ダッシュボード調光用IC
B 89	シリアル・リンク内蔵5チャンネル・ゲージ・ドライバ
B 90	スタンドアローン・タグ・レーダー回路
B 91	PLL同調UHFレシーバ

B 92	高速CANトランシーバ付きペリフェラルIC
B 93	FM多重復調用LSI
B 94	FM多重復調用LSI
B 95	カークロック用IC
B 96	エアバッグ展開ASIC
B 97	ライト・ポジション・コントローラ
B 98	シリアル3連ゲージ・ドライバ (STGD) IC
B 99	デュアル空芯ゲージドライバIC
B 100	RDS/RBDSプリ・プロセッサ
B 101	無線データ・システム (RDS) 復調器
B 102	UHF/VHFリモート・コントロール・レシーバ
B 103	チューナ用PLL周波数シンセサイザ
B 104	RDS/RBDSデコーダ
B 105	ワイヤレスオーディオリンクIC
B 106	カーオーディオ用サウンドプロセッサ
B 107	ハイディフィニション・サウンドプロセッサ
B 108	5点グラフィックイコライザ
B 109	曲間検出IC
B 110	曲間検出回路付きステレオプリアンプ
B 111	ダイナミック・スイング・アンプ
B 112	グラウンド・アイソレーション・アンプ
B 113	デュアルラインアンプ
B 114	8回路高精度リミッタIC
B 115	ホール効果ピックアップ・イグニッション・コントローラ
B 116	GPSプロセッサIC
B 117	コンベンショナルタイマ

(3) C区分 パワー素子

(a) IC

- ・電源の短絡、断線、過電流、温度過上昇などに対する検出、警報や保護機能を内蔵している
- ・非動作時に低電流化を実現するスタンバイモード
- ・一般に高電流をスイッチングするのでオン抵抗が非常に小さい
- ・電磁界放射を小さくするために出力のスリューレート制限機能を持っている

番号	技術名
C 1	ハイサイド電流パワースイッチ
C 2	6.0A イネーブル付きHブリッジ
C 3	スーパースマート・パワー・モータドライバIC
C 4	抵抗性/誘導性負荷用8極ローサイド・ドライバIC
C 5	抵抗性/誘導性負荷用8極ローサイド・ドライバ
C 6	2相ステップ・モータドライバIC
C 7	ドア・アクチュエータ・ドライバIC
C 8	診断機能つき直流モータドライバ
C 9	インテリジェント・ステッピングモータドライバ
C 10	4回路ローサイド・ドライバ
C 11	診断機能つきモータドライバ
C 12	2回路直流モータドライバ
C 13	パワーMOS FET出力・ハイサイド・スイッチ (オートエアコン)
C 14	エアバッグ用2回路スクイブドライバ

(b) ディスクリート

- ・一般に高電流をスイッチングするのでオン抵抗が非常に小さい
- ・温度検出機能を内蔵するものもある

番号	技術名
C 15	パワーMOS FET (AT制御)
C 16	パワーMOS FET (ハイブリッド)
C 17	パワーMOS FET (エンジン制御)
C 18	パワーMOS FET (エンジン制御)
C 19	パワーMOS FET (直噴エンジン制御)
C 20	パワーMOS FET (エンジン制御)
C 21	パワーMOS FET (ドアミラー開閉制御)
C 22	パワーMOS FET (ランプ駆動のリレー代替)
C 23	パワーMOS FET (ABS)
C 24	パワーMOS FET
C 25	パワーMOS FET
C 26	イグニッションIGBT
C 27	ロジックレベル・パワーMOSトランジスタ
C 28	規格レベルFET
C 29	温度検出ダイオード付きパワーMOSトランジスタ

(4) D区分 センサ (サブ区分はなし)

- ・センサとセンサ出力信号の処理回路が集積化されワンチップに納められている
- ・広い動作温度範囲

番号	技術名
D 1	デジタル出力付き二軸加速度計
D 2	低G加速度計
D 3	IC型加速度センサ
D 4	低Gマイクロマシン加速度計
D 5	信号調整付き±150度毎秒1チップ・ヨーレート・ジャイロ
D 6	プログラマブル・リニア・ホールセンサ
D 7	ユニ/バイポーラ・ホールICスイッチ
D 8	ホール効果カムセンサ
D 9	精密プログラマブルリニアホール効果センサ
D 10	磁場センサ
D 11	集積型回転速度センサ
D 12	絶対圧センサIC
D 13	1気圧用絶対圧形圧力センサ
D 14	1気圧用絶対圧形圧力センサ
D 15	信号調整、温度補償、更正機能内蔵集積化シリコン圧力センサ
D 16	集積化シリコン圧力センサ
D 17	PWM出力温度センサ
D 18	赤外線温度計モジュール
D 19	赤外線サーモパイル・センサ
D 20	2回路電圧センサ
D 21	電界イメージング素子
D 22	リニア光学センサ