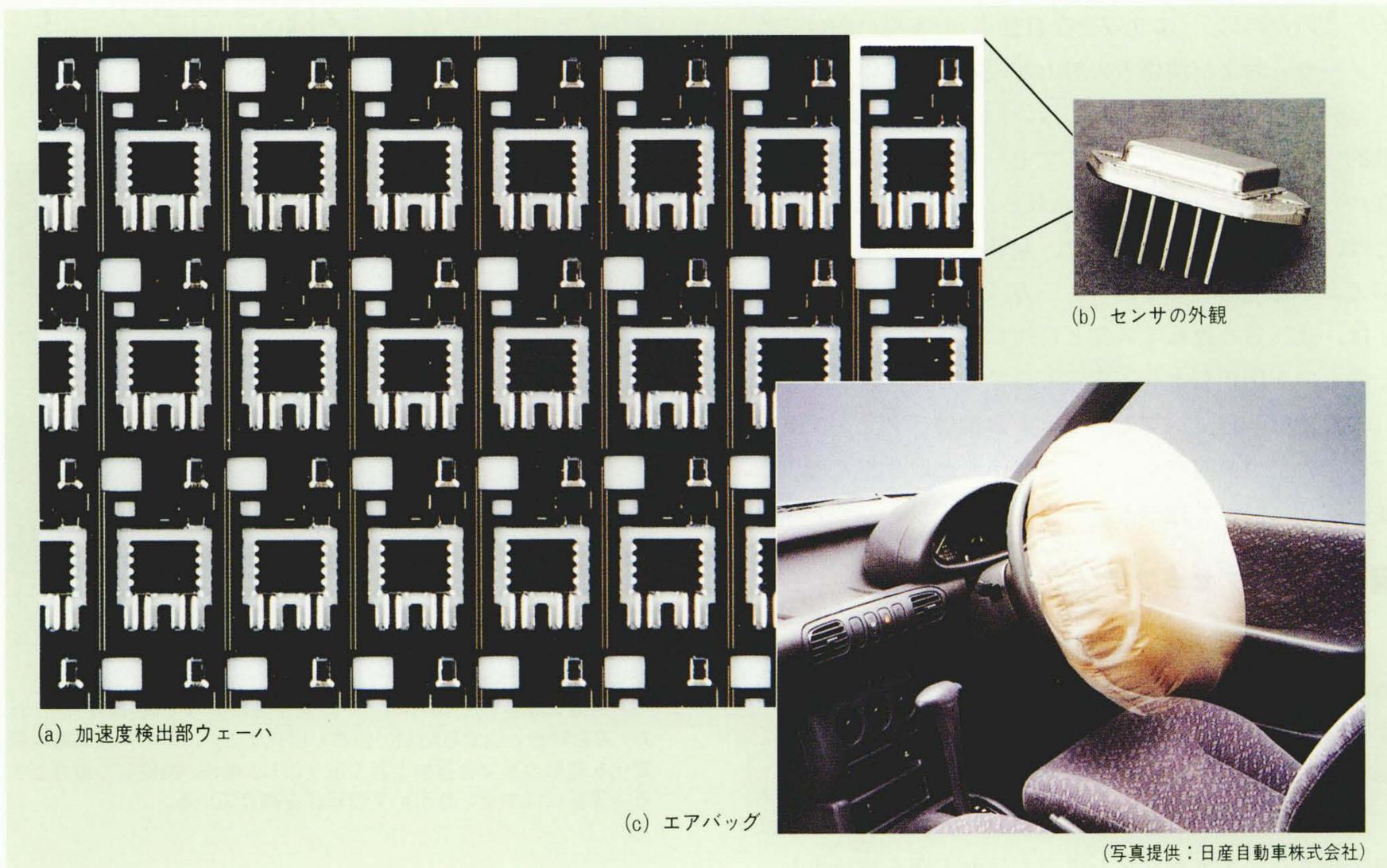


自動車の安全性向上に寄与するセンサ・制御技術

Automotive Technologies to Improve Safety

鈴木政善* Masayoshi Suzuki 鈴木清光*** Seikō Suzuki
高野和朗** Kazuaki Takano 塩谷 真**** Makoto Shiyoa



静電容量式シリコンセンサの加速度検出部

加速度検出部の中央部のおもり(マス)および周囲の枠(フレーム)は、半導体プロセスを利用したシリコンエッチング技術によって形成される。検出部全体は、シリコン単結晶であるため高い信頼性が得られる。センサは、このおもりの動きを電氣的信号としてアナログ量でとらえ、制御モジュール内でエアバッグを展開させるか否かの衝突判定を行う。

自動車の安全性向上に対する社会の要求は年々高まっており、「安全」は「環境」と並んで最も重要なキーワードとなっている。

自動車側の安全対策としては、万一事故が起きたときに、乗員の被害を最小限に抑えようとするパッシブセーフティと、運転者の運転ミスなどに対し積極的に事故の発生そのものを防止しようとするアクティブセーフティの二つありの方法がある。

日立製作所はパッシブセーフティに関しては、エアバッグシステムのキーデバイスとして、アクティ

ブ自己診断機能、3層構造による高精度検出機能などを特長とする静電容量式のクラッシュセンサを開発した。さらに、このセンサと日立H8マイコン(マイクロコンピュータ)を用いた信頼性の高いエアバッグモジュールも開発した。

アクティブセーフティに関しては、ABS (Antilock Brake System)のコントローラを開発するとともに、さらに次世代の安全技術として自動車の前方状況を認識するカメラユニットなどのセンシング技術の開発に取り組んでいる。

* 日立製作所 自動車機器事業部 工学博士 技術士(電気・電子部門)
*** 日立製作所 日立研究所

** 日立製作所 自動車機器事業部

**** 日立製作所 システム開発研究所

1 はじめに

自動車は人に便利さ、快適さ、そして夢を与えてくれる反面、交通事故発生などの問題のシーズともなっている。このために、「より安全な自動車」の実現に向けてカーメーカーおよび関係者の努力が続けられている。

自動車側の安全対策としては、パッシブセーフティ(受動的安全性)およびアクティブセーフティ(能動的安全性)の二つのアプローチがとられる。パッシブセーフティとは、万一事故が起きた際に、乗員への影響を最小限に抑えようとするものである。一方、アクティブセーフティは、運転者の運転ミスなどに対し積極的に事故の発生そのものを防止しようとするものである。

ここでは、パッシブセーフティおよびアクティブセーフティの二つの観点から、日立製作所が取り組んでいる技術開発について述べる。

2 パッシブセーフティ

パッシブセーフティは事故発生時の安全性を高めるためのもので、特にエアバッグシステムは自動車社会に対する安全意識の高揚が追い風となり、ニーズが増加している。

また、米国ではFMVSS208によって装着義務づけの法規定があり、エアバッグシステムは導入期を抜け出し、普及拡大期へ大きく踏み出そうとしている。

エアバッグシステムは、衝突を検知するクラッシュセンサ、衝突判定を行う制御モジュール、衝突時急速に膨張して乗員を保護するバッグ、および膨張のためのガスを発生するインフレーターによって構成される。

2.1 クラッシュセンサ

エアバッグシステムの衝突検知手法は、衝突による慣性マスの移動を接点でとらえる機械式から、衝突を連続のアナログ信号としてとらえる半導体加速度センサに進化しつつある。

センサはエアバッグシステムの最重要部品であり、高い検出精度とともに不動作、誤動作に対して高い信頼性が要求される。シリコンを材料として、半導体プロセスを利用した静電容量式クラッシュセンサは、この要求にこたえるものである。

クラッシュセンサの外観と構成を図1に示す。加速度の検出部は、中央部のおもり(可動電極)とそれを支える2本の梁(はり)、長方形の外枠が単結晶シリコンのウェーハ上に一体で加工されており、この微細な構造体の製

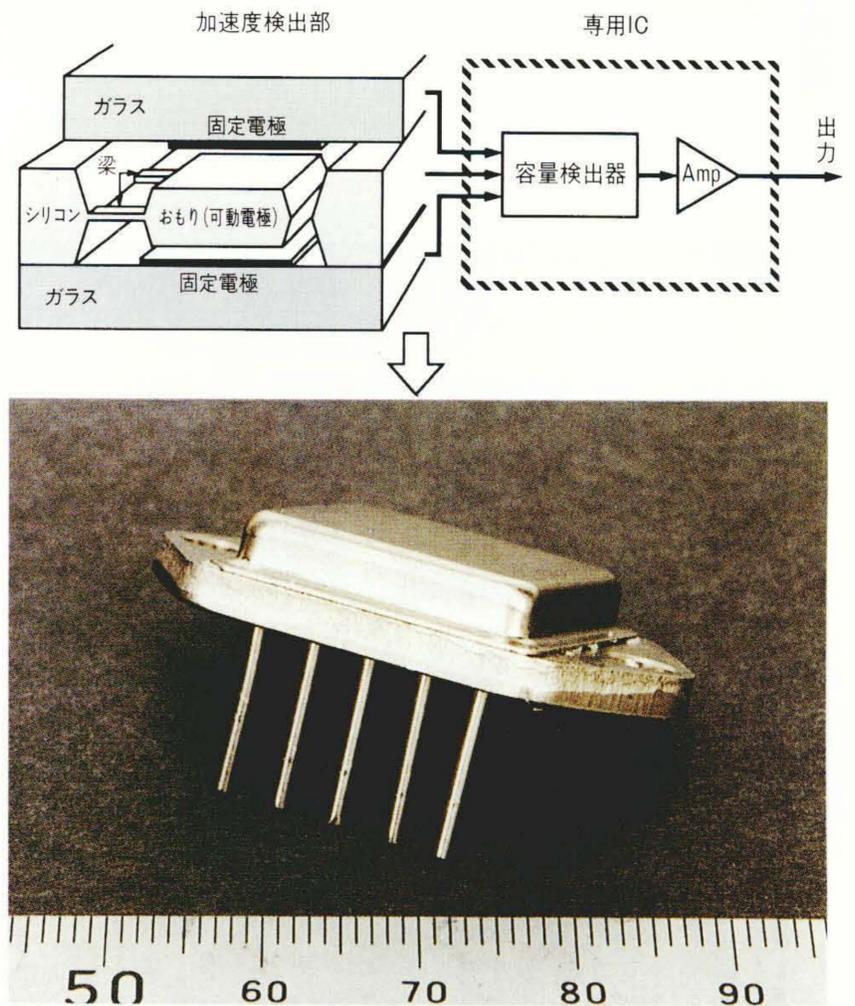


図1 静電容量式クラッシュセンサ

おもりに加速度が加わるとその慣性力によって梁(はり)がたわみ、可動電極と固定電極間の距離が変化する。このときの静電容量変化を差動の形で容量検出器で取り出し、増幅、調整して出力とする。実装にはキャンを用いて信頼性を高めている。

作にはマイクロマシニング技術を用いる。

衝突によっておもりに加速度が加わると、梁には慣性力でたわみが生じる。このたわみによって生じたおもりと固定電極との間の静電容量の変化を専用ICが検出し、加速度に比例した電圧を出力する。

このセンサのおもな特長について以下に述べる。

- (1) センサおもり部の実加振によるアクティブ自己診断、および出力の常時モニタによる作動時の信頼性確保
- (2) 検出部3層構造の採用による温度変化に対する安定した出力特性(精度5%, 温度範囲-40~85℃)、優れた耐落下衝撃性、および他軸感度(検出すべきでない軸からの入力に対する出力特性)

2.2 エアバッグ制御モジュール

一般的な電子式エアバッグシステムの制御モジュールの構成概要を図2に示す。制御モジュールは主にクラッシュセンサ、誤点火に対しての冗長系を構成するセーフィングセンサ、衝突判定回路、点火信号を送り出す駆動回路、電源投入時やその後連続的にシステムの故障検出を行う診断回路、および着火エネルギーを供給する電源

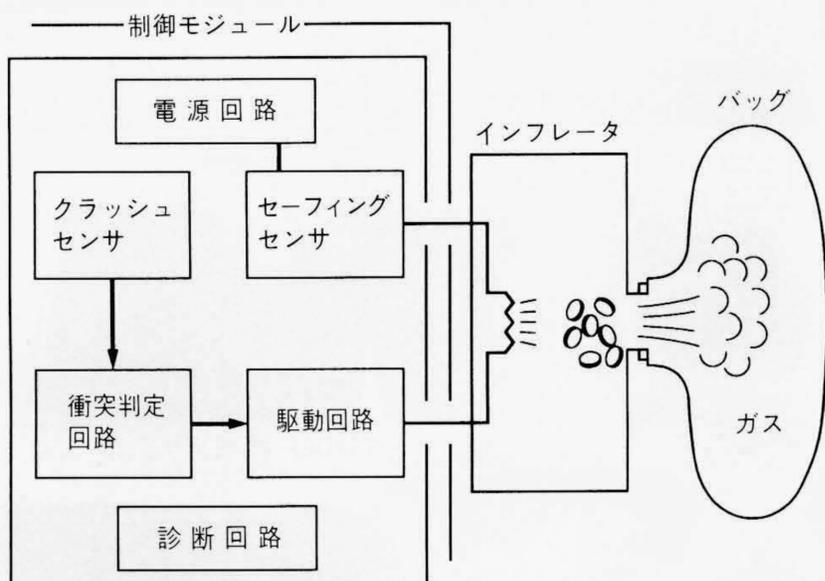


図2 電子式エアバッグシステム制御モジュールの構成
半導体クラッシュセンサによって衝突時の加速度をアナログ量で検出し、これをマイコンで解析することによって衝突か否かを判定する。

回路などで構成する。

日立製作所が製品化したエアバッグ制御モジュールの主な特長について以下に述べる。

- (1) アナログ衝突信号を日立H8マイコンで処理解析することにより、各種の衝突を高精度、高速で判定処理し、この結果、従来のセンサを複数個使用する方式に代わり、センサ1個で検出できる方式(シングルポイント式)でエアバッグモジュールを実現
- (2) クラッシュセンサを含むモジュール系全体の診断による高い信頼性
- (3) バッグごとの独立した駆動電源

3 アクティブセーフティ

アクティブセーフティは事故の未然防止を目的としており、以下に述べる二つの安全技術に大別することができる。

3.1 危険状態回避技術

危険状態回避技術を代表するものとして、ABSがあげられる。ABSは、ぬれた路面、雪路、凍結路など滑りやすい路面で急制動をかけた際の車輪のロックを防ぎ、操舵性を確保しながら自動車を安定停止させるシステムである。

日立製作所が製品化したコントローラを搭載したシステムの構成を図3に示す。ABSコントローラは、各車輪速センサからの回転信号をもとにスリップ率を演算しながら、適正なスリップ率で制動できるようにアクチュエータ内蔵のソレノイドバルブを駆動し、各車輪のブレーキ油圧を制御する。電気系統に異常が発生した場合には

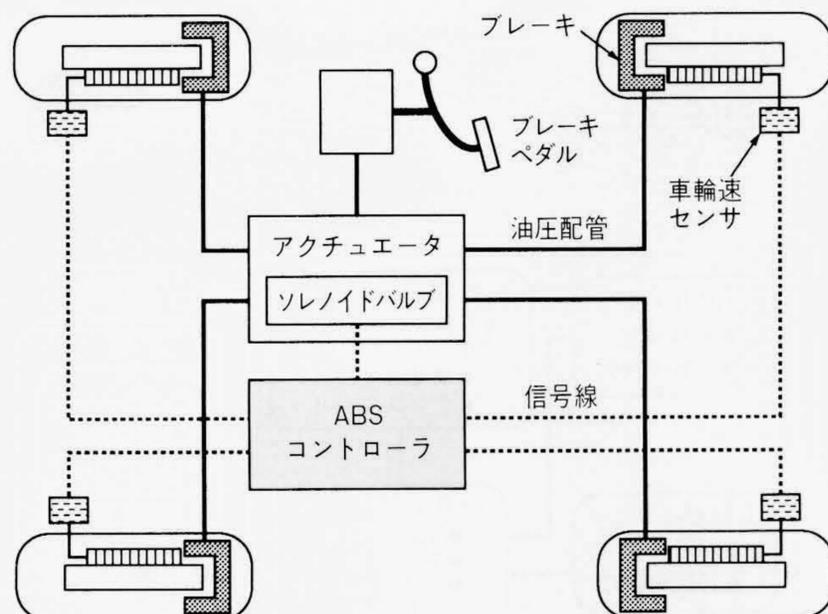


図3 ABSの構成
ABSコントローラは、各車輪速センサからの信号をもとに、適正なスリップ率が得られるように各車輪のブレーキ油圧を制御する。

アクチュエータリレーをオフし、通常ブレーキ状態にするなどのフェイルセーフ機能とともに、各種自己診断機能を備えて信頼性を確保している。

3.2 危険状態未然防止技術

3.2.1 危険予知警報システム

危険状態未然防止のためには、運転者の集中力維持、疲労軽減、視認性向上など、人間の運動、心理を含めた幅の広い周辺技術が要求される。

この中で、近年研究開発が活発化しているのが、自動車に認知・判断機能を持たせ、運転者に危険を報知する高知能化システムである。各社で研究開発が進められているシステムの一例を図4に示す。CCDカメラ、レーダによって自車前方の車線、先行車の存在と車間距離、相対速度が検知される。これらの情報をもとに、演算装置が追突や、車線はみ出しなどの危険度を瞬時に判断し、ブザー、ディスプレイによって運転者に警報する。

さらに、次のステップとして、警報ばかりでなくアクチュエータを駆動してスロットル、ブレーキおよびステアリングを操作する自動運転システムも検討が進められている²⁾。このシステムが実現すれば、事故の低減だけでなく、運転者の負担軽減に関しても多大な効果が期待できる。

3.2.2 前方認識カメラ

日立製作所は、上記システムを構成するためのキーデバイスとして、CCDカメラなど人間の目の機能に相当するセンシング技術の開発に力を注いでいる。ここでは現在開発中の前方認識を行うカメラユニットについて述べる³⁾。

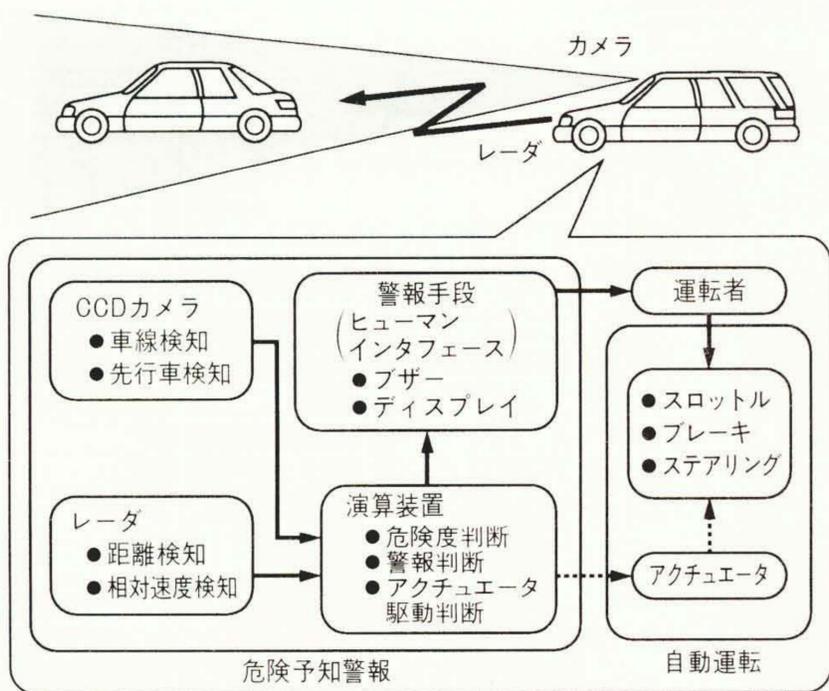


図4 危険予知警報システムの構成
 CCDカメラ、レーダによって検知した車線、先行車との距離などの情報をもとに、演算装置が危険度を判断し、必要に応じて警報、車両制御を行う。

カメラユニット(ボードカメラ)の構成、およびこのユニットを用いて自車の走行レーンを認識した例を図5に示す。カメラユニットは、CCDカメラ、映像信号処理DSP(Digital Signal Processor)、画像処理LSIおよび汎用マイコンによって構成している。このユニットは、カラー画像から自車の走行レーン、先行車などの位置をリアルタイムで認識処理する。画像処理を車載で実用化するには、多くの技術的課題があり、これらの改良に取り組んでいる。

4 おわりに

ここでは、日立製作所が取り組んでいる自動車の安全技術について述べた。これらはすべて自動車側からの車載技術である。一方、自動車とインフラストラクチャあ

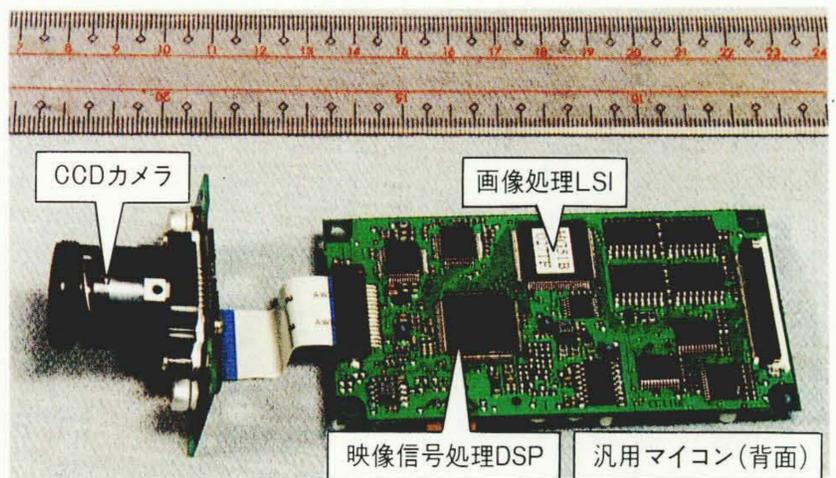


図5 カメラユニットと自車走行レーンの認識
 カメラユニットはCCDカメラ、映像信号処理DSP、画像処理LSIおよび汎用マイコンで構成し、色および輝度情報をもとに自車レーンをリアルタイムで抽出する。

るいは自動車と自動車が協調しながら情報交換を行うような、自動車およびインフラストラクチャを包括したシステムの実現に向けて、IVHS(Intelligent Vehicle-Highway Systems)など国家的なプロジェクトが日・米・欧で進められている。今後日立製作所も自動車機器の開発を通じて、「より安全な自動車」の実現に寄与してゆきたい。

参考文献

- 1) S. Suzuki, et al. : "Semiconductor Capacitance-type Accelerometer with PWM Electrostatic Servo Technique", SAE Paper No.910274(1991)
- 2) 谷口, 外 : 自動操縦車開発の技術動向, 日産技報, 第28号(1990-12)
- 3) 西村, 外 : 画像抽出処理カメラ, テレビジョン学会技術報告, Vol.18, No.8, 13~18(1994-3)
- 4) S. Suzuki, et al. : Semiconductor Capacitance-type Accelerometer with PWM Electrostatic Servo Technique, Sensors and Actuators, A21-A23(1990)
- 5) S. Suzuki, et al. : Semiconductor Capacitance-type Crash Sensor for Airbag Systems, MICRO SYSTEM Technologies 92(1992)