

平成 21年 5月 25日現在

研究種目：基盤研究（B）  
 研究期間：2006～2008  
 課題番号：18310117  
 研究課題名（和文） 情報通信ビルシステムのための統合安全監視 ICチップの開発と応用

研究課題名（英文） Development and its application of Total Safety Monitoring IC Chip for Information and Telecommunication Building System

## 研究代表者

黒川 不二雄（KUROKAWA FUJIO）  
 長崎大学・工学部・准教授  
 研究者番号：20140808

研究成果の概要： 設計・作成したデジタル制御電源システムの基本特性を明らかにした。また、高周波スイッチングノイズを発生する電源部とノイズに対して敏感な映像信号を扱う画像処理回路を同一の基板上に置いた場合を考慮し、電源が発するノイズの影響を最小限に抑えるための方式を提案した。さらに、煙の認識を的確に行う方式を提案した。以上のことからスイッチング電源のデジタル制御機能と煙検知の画像処理機能を共に備えた統合安全監視 ICチップ製造のための十分な知見を得ることが出来た。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	4,200,000	1,260,000	5,460,000
2007年度	3,000,000	900,000	3,900,000
2008年度	2,900,000	870,000	3,770,000
年度			
年度			
総計	10,100,000	3,030,000	13,130,000

## 研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学，社会システム工学・安全システム

キーワード：安全システム，統合安全監視 ICチップ，スイッチング電源，デジタル制御，煙認識

## 1. 研究開始当初の背景

2005年08月03日に発生した「羽田空港の電源トラブル」のように、情報通信を扱うビルの電源の故障は重大事故につながり易く、社会的関心も高い。

そこで、電源システムでは、電圧、電流、温度等の情報を検出し、デバイスやバッテリー等の故障診断、異常判定、劣化診断等をイ

ンターネットを通じて行うことが重要がある。その場合、監視用と電源制御用の2つの回路を持つのは電源にとって不経済なので、監視用と電源制御用を共用する新しいデジタル監視・制御用回路を提唱する。この回路は、研究代表者が長年研究し、平成14年8月に新電元工業株がICチップ化して供給を開始したスイッチング電源用高速デジタル制御回

路を基礎に、制御機能と監視・インターネット接続機能を共用するために、MIMD(複数命令複数データストリーム)方式のPID制御機構とパイプライン方式を採用し、高速制御と高速伝送を共に実現するものである。

ここで重要なことは、監視用と制御用ICを統合することで、表面上は適切な電圧が出ているが、実際はかなり無理をされていてダウン寸前であるような状態も容易に検出し、知的な監視が可能になることである。今回の事故のような場合でも、突然とバッテリーの電圧が零になることはないので、提案方式によれば、時間的な経緯や制御回路の状態を容易に監視でき、より信頼性の高い情報を示せると思われる。

従来、情報通信用のスイッチング電源のデジタル制御に関しては、米国のコロラド大学や名古屋工業大学グループ、国内外の幾つかの企業で実験が試みられているが、1MHz以上の高周波で動作するスイッチング電源を含めた情報通信ビル用電源をデジタル制御することは、本長崎大学と新電元工業(株)のグループしか実現させていない。

一方、画像 IC チップに関しては、三菱電機グループにより、CCD チップに簡単な画像処理機能を付加した網膜チップが発表されている。しかし、この方式では画素が荒い、画像処理機能が少ない等の制約が多く、利用範囲が限られている。本提案の IC チップは、今まで別のものとして考えられていたこれら心臓としての電源と目としての画像処理の2つの機能を安全システムの構築という共通の目的のために1つにまとめ、簡単なハードウェアで実現するものであり、他に例を見ない。

## 2. 研究の目的

本提案は、近年、社会においてますますその重要性が増している情報通信ビルの基本的な安全を確保するための幾つかの監視機能を備え、それらを統合して管理する新しい発想の IC チップを開発し、様々な重要拠点としてのビルやプラントへの応用を研究することを目的としている。

情報通信ビルシステムにとってもっとも基本的な監視事項としては、まず、①システムの心臓部としての情報通信用電源の安定動作の監視と確保が挙げられる。

また、監視事項としては、②システムの目

としての事故、火災、災害、侵入者の自動認識および情報収集が重要である。

今回の「羽田空港の電源トラブル」では、新聞記事にあるように、「思いこんだ人為的ミス」が主因のように思われる。これを防ぐには、①で示した電源装置の電子回路による監視をロジックで知的にしたとしても、それだけでは不十分と思われる。やはり、人の目と脳からなる視覚認識機能に近い能力を持った「自動画像認識による監視」が不可欠である。

そのためには、簡単な構成で、低コストの自動認識機能を持った画像処理システムが必要となる。現在、画像処理システムは”装置”で供給される時代から”ボード”の時代に移ってきたが、この分野の今後のさらなる発展を考えると画像処理システムは”IC”で供給することが重要である。その場合、使用する画像メモリをどれだけ減少できるかがIC化の可否を左右する。

本提案は、大脳の視覚系および視覚的認識を受け持つ側頭部の連合野での機能に対応した人間の視覚認識機能を模擬したアルゴリズムを専用のハードウェアにより高速で実現するものである。この大脳の視覚系に基づくアルゴリズムでは、大脳の第5次視覚野の運動視機能に対応して動いている煙や不審者等の対象物を見つけ、第4次視覚野の注視機能に対応して必要な領域の画像のみを取り込み、さらに第1次視覚野の方位(形状)選択機能および第4次視覚野の色判断機能に対応して認識を行うものである。この方式では必要な領域のみを利用するため本質的に画像メモリは小容量で良く、特定用途向き集積回路 ASIC(Application Specific Integrated Circuit)の技術を用いて研究室レベルで専用ICチップの製作が可能である。

さらに、③ これら①と②の機能を統合して管理することが必要である。このために、上述の回路を一つのICチップに納めることを提案する。これにより、回路の共有による簡素化、小形化、高速化が期待できる。

以上のように、本提案のICチップは、従来、全く別の分野でそれぞれに研究されていた上述の(1)システムの心臓部としての電源の制御と監視という安定運用の機能と(2)システムの目としての画像認識機能を共に備え、また、統合することにより回路の簡素化と高速化を図ることにより、システムにとって最も

重要かつ有効な情報を統一的に即座に収集・判定し、インターネットも駆使して安全監視を効率的に行うものである。

### 3. 研究の方法

#### 2006 年度

- (1) 電源の制御と監視機能をもち、また、  
大脳<sup>1</sup>の視覚系構造の画像処理機能を併せ持つ IC チップ設計のための最適な回路構成、回路パラメータ設定等の指針および応用を含めた適用範囲を検討した。
- (2) (1)の電源の監視機能の情報収集として調査研究を行った。具体的には、平成 18 年 12 月 1 日から 2 日まで米国のカルフォルニア州モハベ市の大規模風車サイトのモハベサイトと Mountain View (MV) サイトを見学し、遠隔制御・操作の実態を調査した。
- (3) (1)に基づいた新しい監視・制御アルゴリズムを実現する回路を特定用途向き集積回路 ASIC により設計するための基本的な機能を設計した。
- (4) 火災、侵入者検知等の画像解析の検討を行い、各種の方式の比較を行い、組み合わせることにより認識率の向上を図った。
- (5) 監視対象である電源シミュレータの構築を行うためのデータの収集およびモデル化を行った。

#### 2007 年度

- (1) 2006 年度で得られた結果を基に、ASIC を用いた電源システムおよび画像処理システムの構築を検討した。また、シミュレーション実験により動作させるためのプログラムを作成することにより評価システムを構築した。
- (2) 提案しているシステムを用いて、電源の短絡故障時の動作解析、火災を想定した煙の画像認識等の動作確認を行った。
- (3) 2006 年度で得られた結果を基にデジタル制御機能を付加した回路を設計し、その過渡特性の動作解析を行い、性能を評価した。

#### 2008 年度

- (1) 今までに得られた結果を基に、設計・作成した ASIC を用いた電源システムの基本特性を検討した。

- (2) 試作したシステムの電源の短絡故障時の動作解析を行い、特性を調べた。
- (3) さらに、平成 18、19 年度で得られた結果を基にデジタル制御回路にあった通信機能の仕様を検討した。
- (4) これまでの成果をさらに発展させ、煙の認識を的確に行う方式を検討した。
- (5) これまでの研究成果を国際会議、学術雑誌で発表した。

### 4. 研究成果

研究の主な成果は以下の通りである。

- (1) 2006~2008 年度で得られた結果を基に、設計・作成した ASIC を用いた電源システムの基本特性を明らかにした。また、動作プログラムの評価システムを確立した。高周波スイッチングノイズを発生する電源部とノイズに対して敏感な映像信号を扱う画像処理回路を同一の基板上に置いた場合を考慮し、電源が発するノイズの影響を最小限に抑えるための方式について知見を得た。・・・研究代表者：黒川、研究分担者：谷内（パワーデバイス、電池の専門家）、西田（電力変換器の専門家）、研究協力者：阿部（IC 設計の専門家）
- (2) 試作したシステムの電源の短絡故障時の動作解析を行い、特性を明らかにした。・・・研究代表者：黒川、研究分担者：谷内（パワーデバイス、電池の専門家）、西田（電力変換器の専門家）
- (3) 2006~2008 年度で得られた結果を基にデジタル制御回路にあった通信機能の仕様を検討した。・・・研究代表者：黒川、研究協力者：江藤（通信プロトコルの専門家）
- (4) これまでの成果をさらに発展させ、煙の認識を的確に行う方式を提案した。本研究では、テクスチャ特徴を用いた類似度を時系列として累積したもの（累積類似度）による煙検出手法を提案する。一定時間間隔の映像から移動領域を抽出し、テクスチャ解析により煙との類似度を算出、時間的累積により、一般環境下での安定した煙検出を行っている。・・・研究代表者：黒川
- (5) これまでの研究成果を国際会議、学術雑誌で発表した。・・・研究代表者：黒川、研究分担者：谷内（パワーデバイス、電

池の専門家), 西田 (電力変換器の専門家)

以上の研究成果を基に, 今後, 本格的な統合安全監視 IC チップの製造に向けてさらなる検討を加える予定である。

特に, 最近の二酸化炭素 CO<sub>2</sub> 削減のための省エネに対して本研究で提案しているデジタル制御方式は極めて有効であり, 経済産業省「技術戦略マップ2008」の重要課題の1つの電源のパワーマネジメント技術の実用化のために不可欠な技術として注目されている。今後の展開が期待される。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 7 件)

- (1) F. Kurokawa and M. Okamatsu: Static and dynamic characteristics of dc-dc converter using a digital filter, IEICE Trans. Commun., Vol. E92-B, No. 3, pp. 998-1003, 2009. 査読有, 招待講演
  - (2) H. Kaneuchi, T. Yachi, T. Tani: The Wind Turbine System Characteristic with an EDLC for Hydrogen Production, IEEJ Trans. PE, vol. 128, pp. 1041-1046, 2008. 査読有
  - (3) H. Kaneuchi, T. Yachi, T. Tani: Creating a New Index that Captures the Time Dependent Characteristics of Wind Speed Data, Journal of JEES, vol. 34, pp. 59-66, 2008. 査読有
  - (4) F. Kurokawa, W. Okamoto and H. Matsuo: A Comparison of Steady-State Characteristics of Buck-Type DC-DC Converter Using DSP, Wiley Periodicals, Inc., Electronics and Communications in Japan, Vol. 90, No. 5, pp. 1-10, 2007. 査読有, 招待論文
  - (5) Kazuaki Mino, Yasuyuki Nishida and Johann W. Kolar: Novel Hybrid 12-Pulse Line-Interphase-Transformer Boost-Type Rectifier with Controlled Output Voltage and Sinusoidal Utility Currents, 電気学会 D 部門誌, Vol. 127, No. 4, pp. 382-390, 2007. 査読有
  - (6) 黒川不二雄, 岡本航, 松尾博文: DSP を用いた降圧形 DC-DC コンバータの定常特性の比較, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J89-B, No. 5, pp. 673-681, 2006. 査読有
  - (7) H. Kaneuchi, T. Yachi, T. Tani: The Construction of a Wind Turbine System with an EDLC for Hydrogen Production, IEEJ Trans. PE, vol. 126, pp. 1239-1246, 2006. 査読有
- [学会発表] (計 31 件)
- (1) 岡松昌志, 角田雄一, 黒川不二雄 : DC-DC コンバータのデジタル制御方式について, 2008 電子情報通信学会研究会, 東京, pp. 25-30, 一般講演, EE2008-5, 2008. 05. 09. 査読無
  - (2) Fujio Kurokawa, Shohei Sukita : Improvement of Dynamic Characteristics of Digitally Controlled DC-DC Converter, International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion 2008, Ischia-Italy, pp. 49-53, PEC081, 2008. 06. 11-06. 13. 査読有
  - (3) Fujio Kurokawa, Shohei Sukita, Yuichiro Shibata, Tomoki Yokoyama, Masahiro Sasaki, Yasuhiro Mimura: A New High Performance Digitally Controlled DC-DC Converter with Peak Current-Injected Control, IEEE 39<sup>th</sup> Power Electronics Specialists Conference, Rhodes-Greece, pp. 761-765, PE-8534, 2008. 06. 15-06. 19. 査読有
  - (4) 畠田翔平, 黒川不二雄, 柴田裕一郎, 横山智紀, 佐々木正博, 三村泰弘: デジタルピーク電流制御方式 DC-DC コンバータについて, 2008 電子情報通信学会研究会, 釧路, pp. 19-23, 一般講演 EE2008-15, 2008. 07. 24-07. 25. 査読無
  - (5) Fujio Kurokawa, Masashi Okamatsu, Yuichi Sumida, Yasuhiro Mimura, Masahiro Sasaki: A New Control Method for DC-DC Converter, IEEE 13<sup>th</sup> International Power Electronics and Motion Control Conference, Poznan-Poland, pp. 2465-2469, ID-354[S11], 2008. 09. 01-09. 03. 査読有
  - (6) Fujio Kurokawa, Shohei Sukita, Yuichiro Shibata, Tomoki Yokoyama, Masahiro Sasaki, Yasuhiro Mimura: A New Digital Control DC-DC Converter with Peak Current-Injected Control, IEEE 30<sup>th</sup> International Telecommunications Energy Conference 2008, San Diego-USA, pp. 626-630, P-074, 2008. 09. 14-09. 18. 査読有
  - (7) 山道起士, 黒川不二雄 : 面積と複雑度の変化量に着目した煙認識アルゴリズム,

- 2008 電気関係学会九州支部連合大会, 大分, 一般講演 02-1A-04, 2008. 09. 24. 査読無
- (8) 深山明宏, 岡松昌志, 黒川不二雄: デジタル制御方式昇圧型 DC-DC コンバータについて, 2008 電気関係学会九州支部連合大会, 大分, 一般講演 09-2P-01, 2008. 09. 25. 査読無
- (9) 溝口智幸, 梶田翔平, 黒川不二雄, 大須賀弘行: デジタル制御方式フォワード形多出力コンバータの基本特性について, 2008 電気関係学会九州支部連合大会, 大分, 一般講演 09-2P-03, 2008. 09. 25. 査読有
- (10) 角田雄一, 岡松昌志, 黒川不二雄: デジタル制御方式 DC-DC コンバータの過電流制限特性について, 2008 電子情報通信学会研究会, 東京, pp. 7-12, 一般講演 EE2008-36, 2008. 10. 03. 査読無
- (11) Fujio Kurokawa, Tomoyuki Mizoguchi, Shohei Sukita and Hiroyuki Osuga: Design Criterion of Digitally Controlled Multiple-Output DC-DC Converter, IEEE 8<sup>th</sup> International Workshop on Micro and Nanotechnology for Power Generation and Energy Conversion Applications 2008 + 2<sup>nd</sup> Symposium on Micro Environmental Machine Systems 2008, Sendai-Japan, pp. 469-472, P-72, 2008. 11. 09-11. 12. 査読有
- (12) Fujio Kurokawa, Akihiro Fukayama, Masashi Okamatsu and Hiroyuki Yajima: Basic Characteristics of Digitally Controlled Boost Type dc-dc Converter, IEEE 8<sup>th</sup> International Workshop on Micro and Nanotechnology for Power Generation and Energy Conversion Applications 2008 + 2<sup>nd</sup> Symposium on Micro Environmental Machine Systems 2008, Sendai-Japan, pp. 473-476, P-73, 2008. 11. 09-11. 12. 査読有
- (13) 溝口智幸, 梶田翔平, 大須賀弘行, 黒川不二雄: デジタル制御方式フォワード形多出力コンバータの出力特性, 2008 電子情報通信学会研究会, 東京, pp. 1-6, 一般講演 EE2008-44, 2008. 11. 20. 査読無
- (14) 加藤康博, 丸田英徳, 黒川不二雄: “テクスチャ特徴と時系列特徴を用いた煙検出についての一考察” 2008 電子情報通信学会 画像工学, 長崎大学, pp. 35-40, 一般講演 IE2008-95, 2008. 11. 28. 査読無
- (15) F. Kurokawa and S. Sukita; A New Model Control DC-DC Converter to Improve Dynamic Characteristic, Proc. of IEEE PEDS, Bangkok, Thailand, pp. 763-767, 2007. 11. 27-11. 30. 査読有
- (16) F. Kurokawa, T. Nakashima: A New Fast Response Digital Filter Control DC-DC Converter, Proceedings of the IEEE International Telecommunications Energy Conference 2007, Vol. 29, No. 1, pp. 527-532, SEP30-OCT04, Rome, Italy, 2007. 9. 30-10. 04. 査読有
- (17) F. Kurokawa, S. Sukita, “A New Model Control for DC-DC Converter” Proceedings of the IEEE, IEEJ, CES & KIEE International Conference on Electrical Machines and Systems 2007, DCP-02, Seoul, Korea, pp. 200-203, 2007. 10. 8-10. 12. 査読有
- (18) F. Kurokawa and W. Okamoto, Improvement of Dynamic Characteristics of Digitally Controlled Switching Power Converter, Proceedings of the IEEE & IEEJ Power Conversion Conference, Nagoya, Vol. 4, No. 1, pp. 1147-1153, 2007. 4. 査読有, 招待講演
- (19) F. Kurokawa, T. Nakashima, K. Tanaka, W. Okamoto “A New Fast Digitally Controlled DC-DC Converter”, IEEE Power Electronics Specialists Conference Record, Orlando, Florida, USA, Vol. 38, No. 1, pp. 798-802, 2007. 6. 17-21. 査読有
- (20) 岡松昌志, 黒川不二雄: デジタルフィルタを用いた DC-DC コンバータの動作特性, 電子情報通信学会電子通信エネルギー技術研究会技術報告, 東京, No. EE2007-29, pp. 7-11, 2007. 9. 査読無
- (21) 梶田翔平, 黒川不二雄: モデル制御方式 DC-DC コンバータの動特性改善について, 電子情報通信学会電子通信エネルギー技術研究会技術報告, 山口, No. EE2007-7, pp. 1-4, 2007. 7. 19. 査読無
- (22) 中島 健, 田中幸治, 岡本 航, 黒川不二雄: VCO を用いたデジタルフィルタ方式 DC-DC コンバータの動特性, 電子情報通信学会電子通信エネルギー技術研究会技術報告, 長崎, No. EE2006-37, pp. 1-6, 2007. 1. 査読無
- (23) Shn-ichi Kobayashi, Yuichi Aoyama,

Masatoshi Kano, Toshiaki Yachi: Simulation Method for PV Module Power Generation with Dirt Spots and Reduction of Output Degradation, IEEE/ International Telecommunication Energy Conference, 2007. 10. 1-4. 査読有

(24) Hironobu Kaneuchi, Toshiaki Yachi, Tatsuo Tani: Effect of a n EDLC in a Wind Turbine System for Hydrogen Production , IEEE/ International Telecommunication Energy Conference, 2007. 10. 1-4. 査読有

(25) F. Kurokawa, K. Tanaka and H. Eto: Performance Characteristics of Switching DC-DC Power Converter with Static Model Reference, Proceedings of the IEEJ&IEEE International Conference on Electrical Machines and Systems, Nagasaki, 2006. 査読有

(26) F. Kurokawa and W. Okamoto: A Consideration of Digital Control Circuit for DC-DC Converter, IAS International Conference on Electrical Machines and Systems 2006, DS2E3-06, Nagasaki, Japan , 2006. 査読有

(27) 中島 健・田中幸治・黒川不二雄：“VCOを用いたデジタルフィルタ方式 DC-DCコンバータの過渡特性”，2006年電子情報通信学会 ソサイエティ大会，金沢，シンポジウム講演，No. BS9-5，2006. 3. 査読無

(28) 広瀬敦規，永田良人，黒川不二雄，山浦剛俊：面積増加率を用いた煙の識別について，平成 18 年度電気関係学会九州支部連合大会，宮崎，一般講演，No. 10-1A-16，2006. 9. 査読無

(29) 福山嘉彰，黒川不二雄：煙認識法の比較について，平成 18 年度電気関係学会九州支部連合大会，宮崎，一般講演，No. 10-1A-17，2006. 9. 査読無

(30) 中島 健，田中幸治，黒川不二雄：VCOを用いたデジタルフィルタ方式 DC-DCコンバータについて，平成 18 年度電気関係学会九州支部連合大会，宮崎，一般講演，No. 07-2A-10，2006. 9. 査読無

(31) 田中幸治，黒川不二雄，江藤春日：静的モデルを用いたデジタル制御方式 DC-DCコンバータの回路パラメータについて，平成 18 年度電気関係学会九州支部連合大会，宮崎，一般講演，No. 07-2A-12，2006. 9. 査読無

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

黒川 不二雄 (KUROKAWA FUJIO)

長崎大学・工学部・准教授

研究者番号：20140808

### (2) 研究分担者

谷内利明 (YACHI TOSHIAKI)

東京理科大学工学部・教授

研究者番号：90349845

西田保幸 (NISHIDA YASUYUKI)

日本大学工学部・助教授

研究者番号：70237709

### (3) 連携研究者

なし

### (4) 研究協力者

阿部晋一 (ABE SHINNICHI)

テセラ・テクノロジー株式会社・社長

江藤春日 (ETO HARUHI)

長菱制御システム株式会社・産業システム

技術部 部長