

# 日本国有鉄道200系新幹線電车用電気機器

## Electrical Equipment of the 200 Series Shinkansen for Japanese National Railways

諸星幸信 \* Yukinobu Morohoshi・小野春雄 \*\* Haruo Ono・千崎文雄 \*\*\* Fumio Senzaki・山下猛夫 \*\*\* Takeo Yamashita  
宮内広二 \*\*\* Hiroji Miyauchi・岡本和久 \*\*\*\* Kazuhisa Okamoto・藪下久生 \*\*\*\* Hisao Yabushita

### I. まえがき

日本国有鉄道では、東北・上越新幹線の量産車として200系新幹線電車を完成させ、まもなく開業する東北新幹線に使用する予定である。

また、既に先行製作された962形試作電車、925形電気軌道総合試験車を中心として性能試験、騒音振動試験、速度向上試験、雪寒害試験などが行われ、所期の性能が確認されている。

200系新幹線電車は、連続こう配を高速走行するため、東海道・山陽新幹線電車に比べての出力増強、寒冷多雪地域を走行するための耐寒耐雪対策、通信誘導障害対策及び電波障害対策、小形軽量化対策などの最新技術が採り入れられた車両である。

以下に200系新幹線電車において、富士電機が製作した電気機器について報告する。

### II. 電車の概要

200系新幹線電車は、東海道・山陽新幹線電車と同じく2両1ユニットにて主回路が構成され、1ユニットあたり、パンタグラフ、交流遮断器、主変圧器、主シリコン制御整流装置、主平滑リアクトル、断流器、主制御器、チョップ装置、主抵抗器、主電動機から成っている。これらは耐寒耐雪対策のため、車両側面下部がスカートで覆われた客室床面下部のいわゆる床下機器室に取り付けられている。

また、力行時のサイリスタ位相制御及びブレーキ時のチョップ制御により、連続電流制御を行い、乗り心地の改良、空転滑走の防止、再粘着特性の向上を図っている。

### III. 電気機器

#### 1. パンタグラフ

##### 1) 仕様

パンタグラフの主な仕様を第1表に示す。

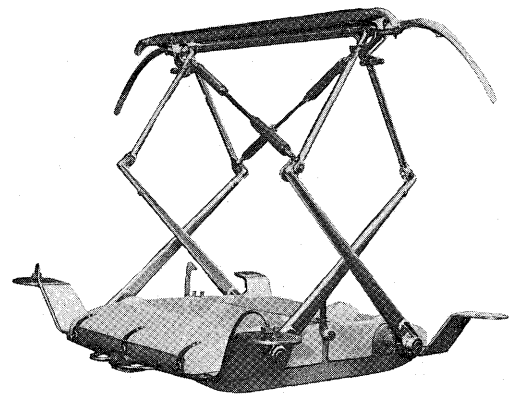
##### 2) 構造及び特長

突放し状態のパンタグラフの外観を第1図に示す。基本構造は東海道・山陽新幹線電车用パンタグラフPS200A形と同一であるが、高速集電性能の向上、電波障害対

第1表 PS201形パンタグラフ仕様

Table 1. Specifications of PS201 pantograph

形 式	PS201
操 作 方 式	ばね上昇・空気下降方式
標準作用高さ	605mm
押 上 力	標準 5.5kg 立上り 7.5kg
重 量	165kg



第1図 PS201形パンタグラフ

Fig. 1. PS201 pantograph

策及び寒冷地対策について考慮している。

##### (1) 高速集電性能の向上

パンタグラフの集電追随領域を拡大するため、すり板体を単独動作可能とした三元系ばね機構を採用し、第2図のように50Hz近傍の高振動域集電を可能にしている。

##### (2) 電波障害対策

台枠をFRP製としているほか、上枠斜管にフェライトコアを装着し、離線時に発生する高周波電流の低減を図っている。

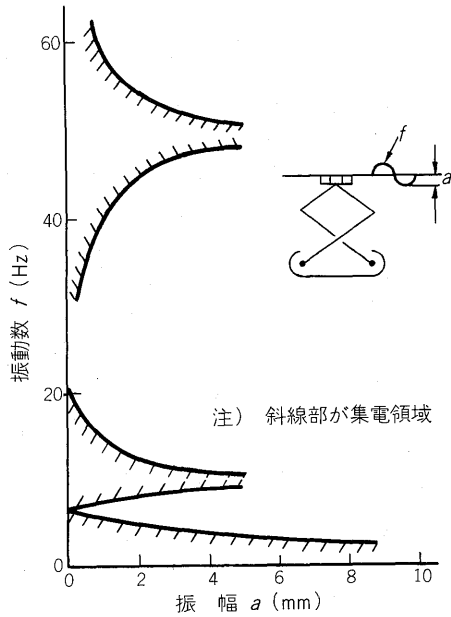
##### (3) 寒冷地対策

積雪、氷結などによるパンタグラフの上昇動作不良防止のため、立上り押上力を従来の5.5kgから7.5kgに増加させている。

#### 2. 主変圧器

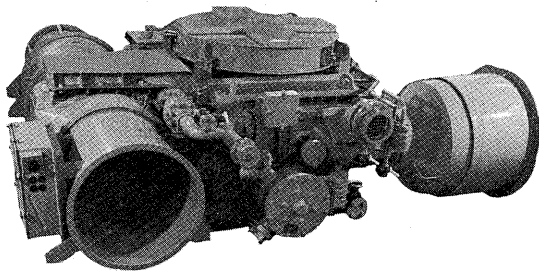
TM202形主変圧器は、シリコン油とポリアミド絶縁

\* 輸送特機事業部 技術部 \*\* 千葉工場 設計部 \*\*\* 神戸工場 設計部 \*\*\*\* 鈴鹿工場 設計部



第 2 図 集電領域  
Fig. 2. Region of current collection

物を主体とする特別 A 種絶縁の採用により、東海道・山陽新幹線の電車用に比べ同一容量比で約 64% と大幅に小形軽量化されている。また、耐寒耐雪対策、誘導障害低減対策のほか、保守性の向上、付属品の改良など多くの特長を有している。本器の外観を第 3 図に示す。



第 3 図 TM 202 形主変圧器  
Fig. 3. TM202 main transformer

1) 仕様

第 2 表に本器の主な仕様を示す。

2) 構造及び特長

- (1) ボディーマウント構造、耐寒性材料等の採用により耐寒耐雪性能を向上させている。
- (2) サイリスタ位相制御に伴う高周波誘導障害に対し、二次巻線を不等 6 分割とし、適正リアクタンス特性を維持しつつ、等価防害電流が極力小さくなるような巻線配置としている。
- (3) 保守・点検を容易にするために、点検部品を車体の一側面に向けて集中させている。
- (4) ボディーマウント内の空気を冷却風として、油冷却

第 2 表 TM 202 形主変圧器仕様  
Table 2. Specifications of TM202 main transformer

形 式	TM202			
方 式	外鉄形, シリコン油入無圧密封式, 送油風冷式, 抑制用交流リアクトル内蔵			
絶 縁 種 別	特別 A 種 (ポリアミド絶縁)			
(定 格 事 項)	単相, 50 Hz, 連続定格			
	一次	二次	三次	
容 量 (kVA)	2,350	2,100	250	
電 圧 (V)	25,000	2,590 (259×2, 518×4)	370	
電 流 (A)	94	810	676	
絶 縁 階 級	一次線路側	一次接地側	二次側	三次側
(車 両 用)	30号	1号	3号	1号
試 験	AC 42kV 10分	4kV 1分	10kV 1分	4kV 1分
電 圧	Imp 175kV	—	—	—
温 度 上 昇 限 度 (°C)	(巻線) 125	(油) 85	(基準周囲温度 25°C)	
総 重 量 (kg)	3,050 (電動送風機含まず)			

器を通し車外へ排風することにより、主変圧器及び主整流器からの放熱による周辺温度の上昇をも抑止している。

- (5) ブッシングは高圧、低圧とも耐熱エポキシ樹脂で一体に注形したもので、特に低圧側は 15 本の導体を一体に注形し、端子板を小形にすることにより端子引出部のタンクや端子箱構造を縮小化している。
- (6) 大口径のコンサベータを採用し、個数を 1 個としている。
- (7) 制御巻線転流時、他巻線への電圧はね上がりを抑制するための AC リアクトルを内蔵している。
- (8) シリコン油、ポリアミド絶縁システムの性能、品質を左右するコイル内部及び高低圧コイル間主絶縁材に、新たに開発した一体成形ポリアミド絶縁カラスペーサを採用している。これはポリアミド湿紙を用い、カラー面に冷却油道に相当する長方形の凸部を適所に配列して金型一体成形した油浸性に優れる絶縁板である。従来のスペーサ張付け方式のものに比べ、接着剤を使用しないので樹脂層の影響がないほか、油ポンプによる油流や振動によるはく離の心配が無いなど、信頼性の高い巻線絶縁システムとなっている。

3. 主シリコン制御整流装置

この装置は、サイリスタ及びダイオードの混合ブリッジ結線から成り、サイリスタの位相制御により主回路電圧を連続的に制御し、主電動機を駆動する。

1) 仕様

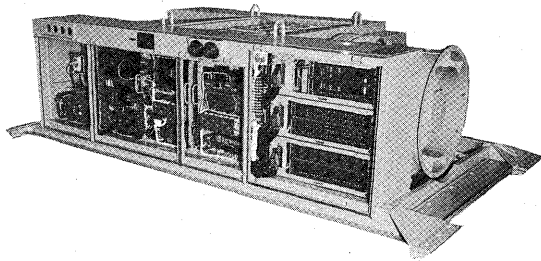
主制御整流装置の主な仕様を第 3 表に示す。

2) 構造及び特長

主制御整流装置の外観を第 4 図に示す。機器配置としては、3 組に分割した整流ユニットを中央部に収納し、

第3表 RS 202形主シリコン制御整流装置仕様  
Table 3. Specifications of RS 202 main silicon controlled rectifier

形 式	RS 202	
方 式	単相混合ブリッジ6段直列接続, バーニア連続位相制御方式	
定 格	出 力	2,014kW
	直 流 電 圧	1,900V
	直 流 電 流	1,060A
素 子	サイリスタ	CSI 1000-25 (EGR 02-25) 2,500V 1,000A 1直列1並列2アーム6ユニット
	ダイオード	SI1600-25 (ERR 02-25) 2,500V 1,600A 1直列1並列2アーム6ユニット
冷 却 方 式	フロン沸騰冷却風冷式	
重 量	1,395kg (電動送風機含む)	



第4図 RS 202形主シリコン制御整流装置  
Fig. 4. RS 202 main silicon controlled rectifier

冷却は遠心軸流形電動送風機による吸込方式を採用している。整流ユニットは素子交換作業が容易にできる個別フィン集中凝縮器方式で、耐寒耐雪構造としてスタックの導電部と上部凝縮器の通風部を電氣的に絶縁している。

また、交流端子側には、ACフィルタコンデンサ及び非直線抵抗素子を使用したサージ吸収器を設置し、直流端子側には、力行バーニア制御器、ゲート制御回路、故障検出器の各プリント板をそれぞれトレイに収納して3段積とし、制御電源、同期電源ともユニット化して配置している。

保守点検は、交流側、直流側及び底面のカバーを取りはずすことにより実施でき、収納機器は機能別にユニット化されており、全体として保守性に優れた構造となっている。

次に、この装置の特長を示す。

(1) 素子構成の簡素化

高耐圧大容量の素子を用い、主変圧器二次巻線電圧及び主電動機接続方式と協調を図り、各ブリッジの素子構成を1直列1並列としている。

(2) 不等6分割による高調波電流の低減

不等6分割された主変圧器二次巻線に対応した混合ブリッジを直列接続し、特定のブリッジだけを位相制御す

るバーニア制御により等価的に10分割相当の制御が可能となり、高調波電流の低減を図っている。

(3) 非直線抵抗素子を使用したサージ吸収器の採用

雷サージ等の過大サージ電圧波高値抑制用として、非直線抵抗素子を採用することによりAC側のCRフィルタを小形軽量化している。また非直線抵抗素子の短絡に対しては、内蔵ヒューズにて保護している。

(4) 電流検知形素子故障検出器の採用

主変圧器二次巻線電流を検出し、過電流の検知及び電流波形の正負通流期間の比較によりサイリスタの通弧、失弧の検知を行う電流形故障検出器を採用している。

4. 断流器

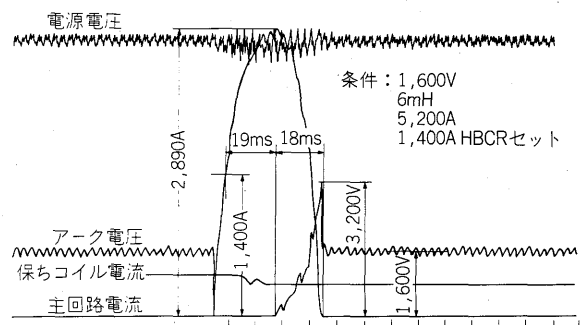
断流器は力行回路、ブレーキ回路の構成及び遮断を行うもので、その構成は東海道・山陽新幹線電車用断流器と同様に1箱にまとめられている。

1) 仕様

断流器の仕様を第4表に示す。第5図に遮断試験時のオシログラムの一例を示す。

第4表 LB 23形断流器仕様  
Table 4. Specifications of LB 23 line breaker

形 式	LB 23	
定 格 電 圧	DC 1,900V	
定 格 電 流	530A	
制 御 回 路 電 圧	DC 100V	
操 作 空 気 圧 力	5 kg/cm <sup>2</sup>	
遮 断 容 量	DC 2,500V	10mH 1,000A
	DC 1,600V	6mH 5,200A
重 量	395kg	

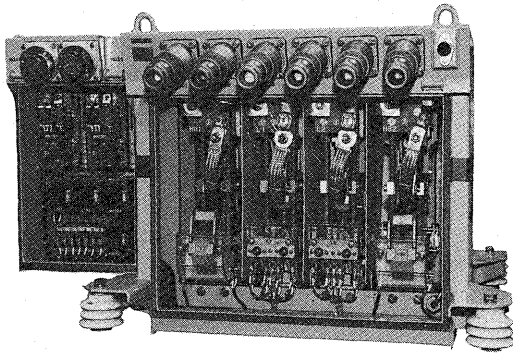


第5図 高速度遮断試験オシログラム  
Fig. 5. Oscillogram of HSCB interrupt test

2) 構造及び特長

断流器の外観を第6図に示す。

主要機器の構成は、CB 39形高速度遮断器2個、SR 126形単位スイッチ2個、RL 115形過電流継電器2個、RL 1080形補助継電器4個及びその他付属品から成り、次の特長を有する。



第6図 LB 23形断流器  
Fig. 6. LB 23 line breaker

- (1) 力行、ブレーキとも常用遮断は単位スイッチで行い、事故電流遮断を高速度遮断器で行う。
- (2) 遮断責務は、事故時の過渡条件を考慮して検討するとともに、遮断性能の向上を図り、従来2個直列遮断が必要であったところを、単独遮断可能としている。これにより断流器は大幅な小形軽量化を達成している。
- (3) 高速度遮断器と単位スイッチの操作用空気系統は、取付枠に空気孔を持つ管座方式としている。これにより、遮断器の着脱が容易になり、更に配管部の取扱いが不要となっている。
- (4) 主回路及び制御回路の外部との接続はすべてコネクタとし、取扱いを容易にしている。

5. 主制御器

200系新幹線電車の発電ブレーキは、バーニヤチョップ制御であるため、東海道・山陽新幹線電車用主制御器とは内部構成がやや異なり、転換カム、抵抗カムのほかにフリーホイールダイオード、可飽和変流器などを収納している。

1) 仕様

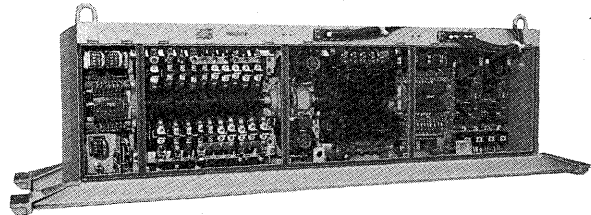
主制御器の仕様を第5表に示す。

第5表 CS 47形主制御器仕様  
Table 5. Specifications of CS 47 main controller

形	式	CS 47
方	式	電動カム軸方向式
定格連続)	主回路電圧	DC 1,900 V
	主回路電流	DC 530 A × 2 回路
	制御回路電圧	DC 100 V, AC 100 V
転換カム軸切換位置	前進力行、前進ブレーキ、後進力行、後進ブレーキ	
抵抗制御段数	7	
力行限流値	750 A	
ブレーキ限流値	935 A	
重	量	940 kg

2) 構造及び特長

主制御器の外観を第7図に示す。



第7図 CS 47形主制御器  
Fig. 7. CS 47 main controller

主要部品の配列は、前面にはカム接触器、電磁接触器などの保守・点検を必要とする部品を配置し、後面にはコイル類、抵抗などを配置している。

特長を以下に示す。

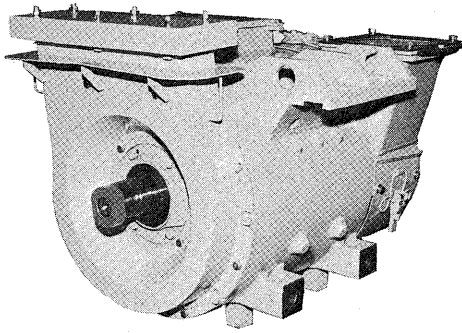
- (1) カム接触器の通電容量増を図り、軸受部は四沸化エチレンを使用した無給油形としている。
- (2) カム軸の操作電動機は、東海道・山陽新幹線電車と同じであるが、カム軸の回転速度を落とし、接触子の投入チャタリングとカム軸のオーバランを防いでいる。
- (3) 主回路配線は一部を除いて高圧コネクタを使用し、取扱いを容易にしている。

6. 主電動機

MT 201形主電動機は、現在の東海道・山陽新幹線電車のMT 200B形主電動機を母体としているが、東北・上越新幹線電車が多雪地域、急こう配及び長大トンネルを走行することから、雪切り装置を設けた他力通風方式の採用と出力増大が図られたものとなっている。MT 200B形主電動機が出力185kW、自己ファン付であるのに対し、他力通風にすることによって、自己ファンを取り除いた

第6表 MT 201形主電動機仕様  
Table 6. Specifications of MT 201 traction motor

形	式	MT 201						
方	式	脈流直巻補極付、界磁10%永久分路						
主	極	数	4					
通	風	方	式	開放他力通風式				
動	力	伝	達	方	式	可とう歯車継手式		
装	架	方	式	台車装架式				
連	出	力	230 kW					
続	電	圧	475 V					
		流	530 A					
格	回	転	速	度	2,200 rpm			
脈	流	率	60%					
周	波	数	50 × 2 Hz					
風	量	14 m <sup>3</sup> /min						
絶	縁	種	別	F種				
耐	電	圧	試	験	電	圧	5,000 V	
高	速	試	験	回	転	速	度	3,650 rpm
重	量	935 kg						



第 8 図 MT 201 形主電動機  
Fig. 8. MT 201 traction motor

スペースを鉄心長の増加に利用し、同じ外形寸法で出力 230kW、約 25% の出力増加を図っている。また、保守の簡易化にも重点をおいた主電動機となっている。

1) 仕様

主電動機の仕様を第 6 表に、外観を第 8 図に示す。

2) 構造及び特長

(1) 出力増大

MT 200 B 形主電動機に比べ、鉄心長を 20mm 長くして出力増加を図っている。

(2) 端子箱方式

密閉式端子箱の採用により、外部配線の接続を容易にするとともに、耐水、耐雪性の向上を図っている。

(3) 長尺ブラシ

68mm の長尺ブラシを採用し、ブラシの磨耗代を長くして走行距離 30 万 km 無保守となっている。

(4) 軸受構造

軸受構造は、走行距離 90 万 km 無保守を目標に、第 2 グリース室を設け、グリース量の増加により潤滑寿命の延長を図るとともに、耐水、耐雪を強化した構造としている。

(5) 排風おおい

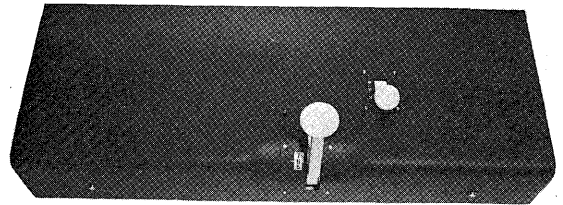
排風おおいは走行中の雪、水浸入防止、及び路面上からの融雪水等が機内に浸入しない構造にするとともに、圧力損の少ないものとしている。

7. 主幹制御器

主幹制御器の構成は東海道・山陽新幹線電車で基本的同一であるが、操作性の向上を更に図り、若干の変更を行っている。

第 7 表 MC 56 形主幹制御器仕様  
Table 7. Specifications of MC 56 master controller

形 式	MC 56	
定 格 電 圧	DC 100 V	
定 格 電 流	DC 5 A	
ノッチ	逆 転	「前」「切」「後」
	主	「切」「1」～「10」
重 量	27 kg	



第 9 図 MC 56 形主幹制御器  
Fig. 9. MC56 master controller

1) 仕様

主幹制御器の仕様を第 7 表に示す。

2) 構造及び特長

第 9 図に外観を示す。東海道・山陽新幹線電車で主幹制御器に比べ逆転ハンドルの配置を逆にして、運転士の真正面にスペースをとるとともに主ハンドルの操作性を向上させている。また高さ寸法をつめることで、運転士の足まわりを更に広くとっている。

8. 電動送風機

この電動送風機は、主変圧器・主シリコン制御整流装置冷却用の遠心軸流式電動送風機である。東海道・山陽新幹線電車で用 MH 1067-FK 117 形とほぼ同一定格であるが、低騒音・軽量化が図られている。

1) 仕様

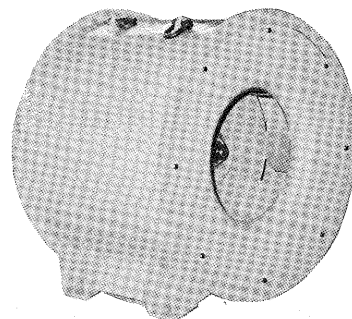
電動送風機の主な仕様を第 8 表に示す。

2) 構造及び特長

電動送風機の外観を第 10 図に示す。

第 8 表 MH 1069-FK 131 形電動送風機仕様  
Table 8. Specifications of MH 1069-FK 131 blower

電 動 機		送 風 機	
形 式	MH 1069	形 式	FK 131
出 力	1.4 kW	風 量	60/80 m <sup>3</sup> /min
電 圧	400 V	静 圧	50/45 mmAq
周 波 数	50 Hz	方 式	遠心軸流式
相 数	1		
回 転 速 度	1,430 rpm		
絶 縁	F 種		
コンデンサ	75 μF 別置		
重 量	電動送風機 127 kg、コンデンサ箱 17 kg		



第 10 図 MH 1069-FK 131 形電動送風機  
Fig. 10. MH 1069-FK 131 blower

電動機を内装した軸流形ケーシング内にターボ形送風機の羽根車を組み込んだ遠心軸流方式である。騒音低減を考慮して羽根車、案内羽根、ケーシング流路の最適設計を行っている。また小形軽量化のためケーシング長さの短縮、電動機単体での小形化等を行っている。

IV. あとがき

以上、富士電機が製作した電気機器の概要について述べた。

200系新幹線電車は、東海道・山陽新幹線電車の長年の実績と、951形・961形・962形試作電車のサイリスタ制御車両のシステムの成果、及び新しい種々の条件に対

応した最新の技術を結集した車両である。東北新幹線及び上越新幹線において、200系新幹線電車が今後十分な活躍をしていくことを期待してやまない。

終わりに、電気機器の設計製作にあたり、終始多大な御指導を賜った日本国有鉄道殿の関係各位に深く感謝の意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 谷野利夫：200系新幹線電車要説，電気車の科学 **34**，1 (1981)
- (2) 佐藤洋ほか：日本国有鉄道・新幹線962形電車用電気機器，富士時報，**52**，8，pp.519~524 (1979)

技 術 論 文 社 外 公 表 一 覧

題 目	所 属	氏 名	発 表 機 関
呼吸速度測定による酸素活性汚泥法の研究	富士電機総合研究所	田 沼 良 平	第19回下水道研究発表会 (1982-5)
嫌気性固定床による有機性排水の処理	富士電機総合研究所	西 方 聡	
省エネ形 DO 制御方式の検討	公 共 事 業 部 シ ス テ ム 本 部	松 永 岩 夫 青 木 誠	
嫌気性消化における ATP の測定	富士電機総合研究所	財 津 靖 史	
UV 計による一次処理水水質測定の検討	富士電機総合研究所	加 藤 茂	
立形多段焼却炉の汚泥燃焼シミュレーション (その1)	富士ファコム制御 公 共 事 業 部	伊 藤 修 白 井 正 和	
シンチレーション式臨海警報装置	工業・計測事業部	松 野 清	日本保健物理学会第17回研究発表会(1982-5)
光ファイバ温度センサ	富士電機総合研究所	伏 見 正 一	電子工業振興協会光デバイス調査専門委員会調査報告 (1982-5)
光ファイバ圧力センサ	富士電機総合研究所	伏 見 正 一	
常温低電圧動作シリコン $\gamma$ 線検出器とその応用	富士電機総合研究所 "	矢 部 正 也 佐 藤 則 忠	センサの基礎と応用シンポジウム (1982-5)
シーメンス社にみるパワー MOS FET の開発動向とその応用	松 本 工 場	稲 越 雄 二	日本技術情報センター技術セミナー (1982-5)
Application of Random Pattern Recognition Technique to Quantitative Evaluation of Automatic Visual Inspection Algorithms	電子・制御技術センター	枝 松 邦 彦	International Workshop on Industrial Applications of Machine Vision (1982-5)
Amorphous Silicon Photovoltaic Modules	富士電機総合研究所 " " " "	内 田 喜 之 博 酒 井 昇 古 庄 正 英 宮 城 治 弘 西 浦 真 春 木	161st Electrochemical Society Meeting (1982-5)
Electrical and Thermal Conductivities of SF <sub>6</sub> Contaminated by Copper Vapor in Arc-interruption Processes	富士電機総合研究所	杉 山 修 一	IEEE International Conference on Plasma Science (1982-5)
Effect of the Deposition Condition on Properties of a-Si:F:H Films	富士電機総合研究所 " " "	内 田 喜 之 重 市 村 剛 修 鍋 田 幸 雄 武 田 幸 弘 春 木	第3回光起電力効果の基礎と応用に関するシンポジウム (1982-5)
A High Performance Cycloconverter fed Synchronous Machine Drive System	電子・制御技術センター " "	中 野 孝 良 大 沢 博 遠 藤 和 弥	1982 International Semiconductor Power Converter Conference (ISPCC-IEEE) (1982-5)



\*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する  
商標または登録商標である場合があります。