UDC 621.316.577-78

豊富な品ぞろえと使いやすさを追求した漏電遮断器

*阿部 汎雄(あべ ひろお)　*井出 安俊(いで やすとし)

1 まえがき

富士電機は昭和40年代初期に漏電遮断器の発売を開始した。業界では電気災害防止に目が向けられ始めた時期で，安全意識の高揚とともに漏電遮断器の設置義務に関する法律・指針の制定が行われ，また漏電遮断器設置の効果が認識されるに伴って市場規模が拡大し，今日に至っている。

初期の漏電遮断器は小容量のものであったが，その後市場が拡大するにつれ，大容量化，小形化，使いやすさの向上，機能の向上など，市場の要求も多様化した。

富士電機では電子技術，評価技術，並びに製造技術を確立するとともに，これらの技術を駆使して特長ある漏電遮断器を開発し，シリーズ化を進めてきた。現在，富士電機の漏電遮断器は用途に合わせたシリーズをそろえており，信頼性，使いやすさ，機能など，ユーザー各位の好評を得ている。本稿においては富士漏電遮断器のシリーズ構成，主な仕様，構造及び特性，多様化への対応並びに最近開発した新商品について紹介する。

2 富士漏電遮断器のシリーズ構成とその特長

2.1 豊富なシリーズ構成

表1に富士漏電遮断器並びに漏電保護リレーのシリーズ構成を示す。各シリーズの特長を以下に述べる。

(1) 地絡保護専用シリーズ

感電保護専用の高感度形(例えば定格感度電流30mA，動作時間0.1秒以下)で，ホーム分電盤内蔵あるいは各種電気機器へ組み込んで使用される。

表1 漏電遮断器と漏電保護リレーのシリーズ構成

(a) 漏電遮断器

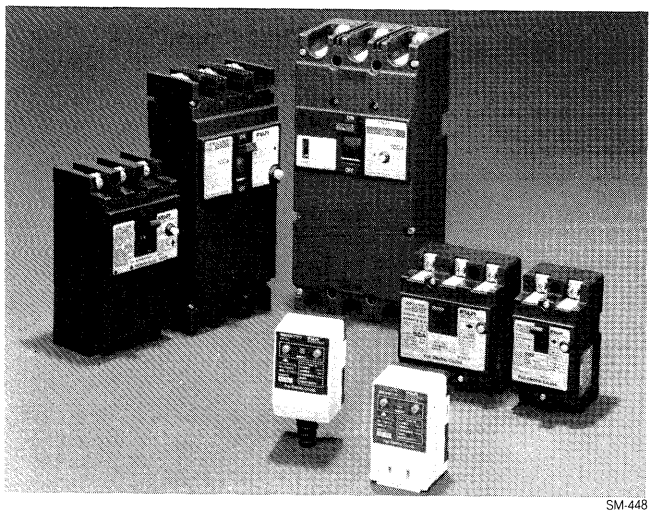
		極数	10・15AF	30AF	50AF	60AF	100AF	225AF	400AF	600AF	800AF	1,000AF	1,200AF
一般配線用	地絡保護専用	2		—									
		3		—		—							
	EGシリーズ	2		—	—		—						
		3		—	—	—	—	—	—	—	—		
	SGシリーズ	3		—	—	—	—	—	—	—	—		
	SFシリーズ	3										—	—
	DGシリーズ	2		—									
		3		—	—	—	—	—	—				
	純電磁式	2		—									
		3		—		—	—						
分電盤用		3		—	—								
電動機用		3		—	—	—	—	—					
アーク溶接機用		3					—	—	—				
抵抗溶接機用		2						—	—				
三相4線用		4					—	—	—				
小形漏電遮断器		2		—									
コンセント形		2	—										
プラグ形		2	—										

(b) 漏電保護リレー

	形状	貫通形	導体付					分離形	形状		貫通形				
一体形(高速形)	極数	—	2, 3, 4	2, 3					貫通穴径(mm)		φ25	φ40	φ60	φ90	φ120
	貫通穴径(mm)又は定格電流	φ40	400A	600A	800A	1,000A	1,200A		EL形	高速形	—	—	—	—	—
	BRR形	—								時延形	—	—	—	—	—
	BSR形	—	—	—	—	—	—		RRD形	時延形	—	—	—	—	—

*大田原工場 設計課

図1　各種漏電遮断器



(2)　過負荷短絡保護兼用シリーズ

地絡保護機能と過負荷保護機能を備えた漏電遮断器で，次のような特長がある。

(a)　EG シリーズ（経済形）

短絡電流の比較的小さい回路に適用され，ハンドル，テストボタン，銘板が1か所に集約されている。また，30A から225A フレームまでは奥行寸法を60mm に統一しているので，盤の設計合理化，小形化に効果を発揮する。

(b)　SG, SF シリーズ（汎用形）

標準的な設備に適用され，100A フレーム以上には高速形のほか動作時間が調整できる（0.2～2秒）時延形，感度電流切換形など，各種そろっている。

(c)　DG シリーズ

100V 又は200V の回路に使用され，使いやすい端子構造と電源表示ランプが装備されている。

(d)　純電磁式シリーズ

純電磁式漏電引外し装置を採用しており，電源欠相時においても漏電があれば確実に引外しを行い，漏電保護を行う。また相間の絶縁抵抗測定もできる。

(3)　漏電保護リレーシリーズ

(a)　一体形シリーズ

零相変流器（ZTC）とリレー部が同一ケース内に収納されており，取付スペースが小さいため，盤の小形化が図れる。

(b)　分離形シリーズ

ZCT とリレー部を分離したものであり，盤の表面にリレー部を集約させて取り付けることが可能である。

2.2　信頼性の向上

(1)　開閉・遮断性能

過負荷短絡保護兼用形漏電遮断器には，低圧回路の過電流保護装置として数多くの実績をもつ配線用遮断器，富士オートブレーカの開閉機構部，消弧装置並びに過負荷短絡検出装置を搭載してあり，長寿命，安定した過電流引外し特性，高遮断性能を有している。また高遮断容量シリーズ（SG-H シリーズ）は，限流形富士オートブレーカの New-SS メカニズムを搭載することにより，漏電遮断器として高遮断容量化を図っている。

(2)　地絡電流検出性能

地絡電流増幅回路部は高速形用と時延形用の2種類あり，それぞれ専用 IC 化され，動作特性の安定性，信頼性の向上を図っている。また地絡電流を検出する ZCT は，その外周に適切な磁気シールドを施すことにより，高い平衡特性を維持しており，電動機の始動電流や溶接機の突入電流による誤動作を防止している。

2.3　使いやすさへの対応

(1)　盤構成が簡単

30A フレームから800A フレームまで各機能部を完全一体形のモールドケースに収納し小形・軽量化を図るとともに，ハンドル，テストボタンなどの操作部を1か所に集約してあるため，盤への組込みあるいはパネルカットが容易である。更に EG シリーズの225A フレーム以下については主要寸法を協約形分電盤ブレーカに合わせてあるため，分電盤製作の作業性向上が図れる。

(2)　使用電圧範囲が広い電圧両用形

EG 並びに SG シリーズはすべて電圧両用形である。本シリーズの2極品は100V-200V 両用形，3極品は200V-415V 両用形（ただし EG シリーズ60A フレーム以下は100V-200V 両用形）であるので，印加電圧の間違いなどによる故障防止が図れる。

(3)　便利な切換形，可調整形

感度電流切換形（高速及び時延形）や動作時間可調整形（時延形）がシリーズの中に組み込まれており，設備に応じた地絡保護協調が図れる。また，設備の変化に対する対応も容易である。

(4)　豊富なオプション

補助スイッチ，警報スイッチなどの各種付属装置，裏面形，埋込形などの接続方式並びに各種操作方式が豊富に取りそろえてあり，種々の要求に対応できる。

3　定格，仕様

表2 に各種シリーズの代表として EG シリーズ，SG シリーズの主な形式の主要定格を示す。

4　回路構成，動作特性及び性能

図2 に高速形漏電遮断器の回路構成，**図3** に時延形漏電遮断器の回路構成を示す。

(1)　電源回路部

電源回路部には雷サージ電圧，開閉サージ電圧などの侵入により電子回路部の損傷，誤動作を防止するため，サージアブソーバ，ノイズフィルタを設けている。7kV 以上（1.2×50μs 波形）の衝撃波電圧を印加して電子回路部の損傷，誤動作などの異常がないことを確認している。

(2)　入力回路部

表2　EGシリーズ，SGシリーズ漏電遮断器の主要定格

EGシリーズ	フレーム		30A			50A			60A	100A	225A	400A	600A	800A
	形式	高速形	EG32F	EG33F	EG33A	EG52F	EG53F	EG53A	EG63A	EG103A	EGa203A	EGa403A	EGa603A	EGa803A
		時延形	—	—	—	—	—	—	—	EG103AD	EGa203AD	EGa403AD	EGa603AD	EGa803AD
	極数		2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
	定格電流 (A)		5, 10, 15, 20, 30			5, 10, 15, 20, 30, 40, 50			60	50, 60 75, 100	125, 150, 175 200, 225	250, 300 350, 400	500, 600	700, 800
	定格電圧 (V)	100-200両用	○	○	○	○	○	○	○					
		200-415両用								○	○	○	○	○
	高速形 定格感度電流 (mA)	15	○	○	○	○	○	○						
		30	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		100			○			○	○					
		100/200切換								○	○	○	○	○
	高速形 動作時間 0.1(s)以内		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	時延形 定格感度電流 200/500(mA)切換									○	○	○	○	○
	時延形 動作時間 0.3(s)									○	○	○	○	○
	定格遮断電流 (kA) (非対称/対称)	AC415V								5	10	25/22	35/30	35/30
		AC200V	2.5	2.5	2,5	2. 5	2.5	2.5	2.5	10	28/18	40/35	50/42	50/42
		AC100V	2.5	5	5	2. 5	5	5	5					

SGシリーズ	フレーム		30A	50A	60A	100A		225A		400A		600A	800A	
	形式	高速形	SG33A	SG53A	SG63A	SGa103A	SG103H	SGa203A	SG203H	SGa403A	SG403H	SG603H	SG803H	
		時延形	—	—	—	SGa103AD	SG103HD	SGa203AD	SG203HD	SGa403AD	SG403HD	SG603HD	SG803HD	
	極数		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	定格電流 (A)		5, 10, 15, 20, 30	15, 20, 30 40, 50	60	50, 60, 75, 100		125, 150, 175 200, 225		250, 300, 350, 400		500, 600	700, 800	
	定格電圧(V)	200-415両用	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	高速形 定格感度電流 (mA)	30	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
		100	○											
		200	○											
		100/200切換		○	○									
		100/200/500切換				○	○	○	○	○	○	○	○	
	高速形 動作時間 0.1(s)以内		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	時延形 定格感度電流 100/200/500(mA)切換					○	○	○	○	○	○	○	○	
	時延形 動作時間 0.2～2(s)可調整					○	○	○	○	○	○	○	○	
	定格遮断電流 (kA) (非対称/対称)	AC415V	2.5	5	5	20/18	50/42	30/25	50/42	30/25	50/42	50/42	50/42	
		AC200V	5	10	10	35/30	100/85	50/42	100/85	50/42	100/85	100/85	100/85	

〈注〉上表に記載されていない形式及び詳細については，富士漏電遮断器カタログを参照下さい。

図2　高速形漏電遮断器の回路構成

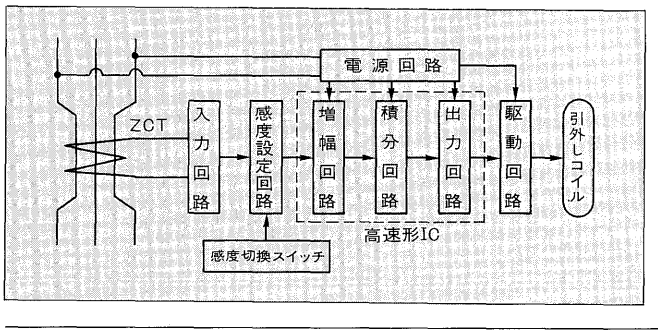
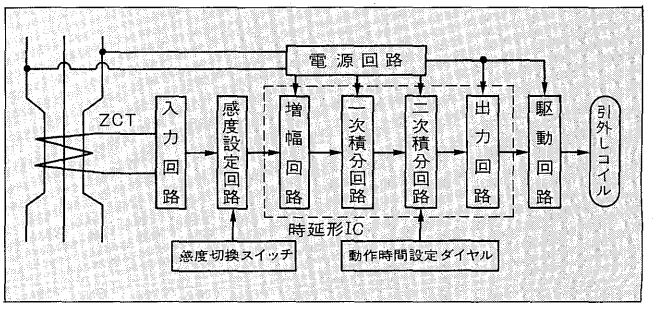


図3　時延形漏電遮断器の回路構成



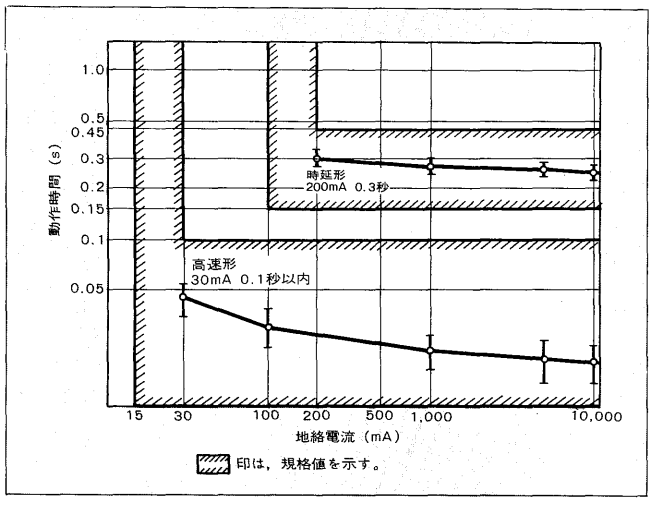
入力回路部は特にノイズによる誤動作を防止するため，高周波ノイズ，電波ノイズなど各種ノイズに対する挙動を調査，分析し，その結果をもとに回路構成を決定している。また，近年普及が著しいトランジスタインバータなどの位相制御装置の電源用に適用されるケースが多くなっている。漏電遮断器としては，常時漏えい電流によるZCT二次出力と一線地絡電流によるZCT二次出力とを区別して確実な保護動作が要求されており，フィルタ回路の定数を最適化することによって検出信頼性を高めている。

(3) IC部

高速形IC及び時延形ICはそれぞれ8ピン(DIP)，14ピン(DIP)の専用ICで，特に温度，湿度などに関する十分な環境試験を行い性能の確認を行っている。

図4に高速形漏電遮断器と時延形漏電遮断器の動作時間特性を示す。高速形，時延形とも地絡電流の大きさにかかわらず動作時間が安定しており，適切な地絡保護協調が可能なことを示している。

図4　漏電遮断器の動作時間特性



5 構　造

5.1 盤構成を容易にした主要寸法の統一

EGシリーズ(225Aフレーム以下)，SGシリーズ(60Aフレーム以下)の漏電遮断器は分電盤収納を考慮して奥行寸法を60mmに統一するとともに，ハンドル，テストボタンなどの操作部を銘板とともに幅50mmに集約した。このことは，**図5**に示すように漏電遮断器の操作部をパネル表面に直線的に配列できることとなり，パネルの穴明け加工が簡略化できる利点がある。また操作性の良い盤構造とすることができるとともに，美観の向上にも寄与できる。EGシリーズ(400Aフレーム以上)，SGシリーズ(225Aフレーム)についても同一の思想で奥行寸法103mm，操作部の寸法を97mmに統一してある。

5.2 分電盤適用を考慮したモジュール化

図6に示す分電盤モジュール形漏電遮断器（**表2**による

図5　漏電遮断器の主要寸法統一

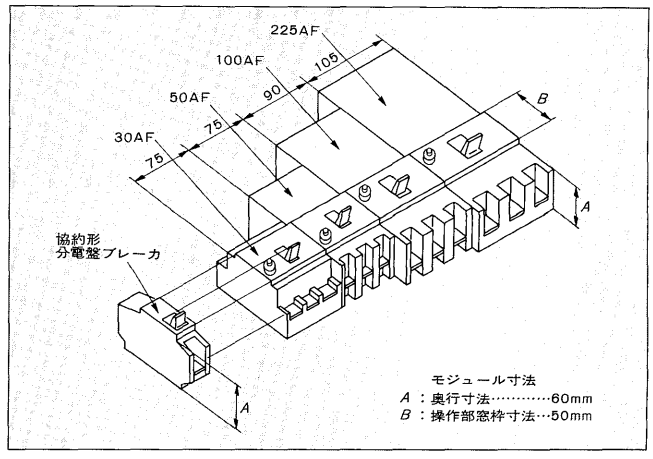
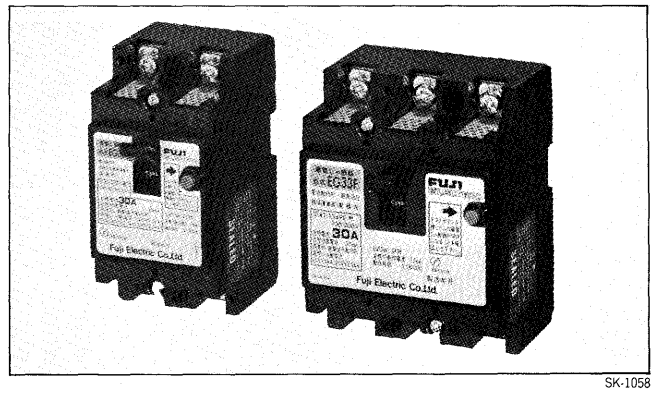


図6　分電盤モジュール形漏電遮断器



EG32・33F，EG52・53F，EGa52A)は，主要寸法統一の思想を更に発展させたものであり，協約形分電盤ブレーカに主要寸法を合わせた漏電遮断器である。分電盤モジュール形漏電遮断器の幅寸法は，協約形分電盤ブレーカ1極品幅25mmの整数倍としてあり，**図6**に示す2極品は幅50mm，3極品は幅75mmとなっている。更に奥行寸法，窓枠寸法，電源側端子高さなどを統一しているため，分電盤の標準化に貢献できると思われる。分電盤への組込状能を**図7**に示す。また取付方法は**図7**に示す連結板取付はもとより，**図**

図7　分電盤への組込状能

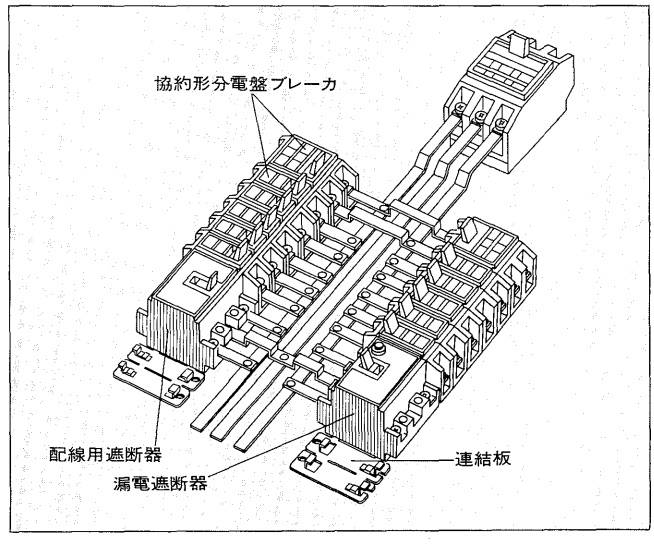
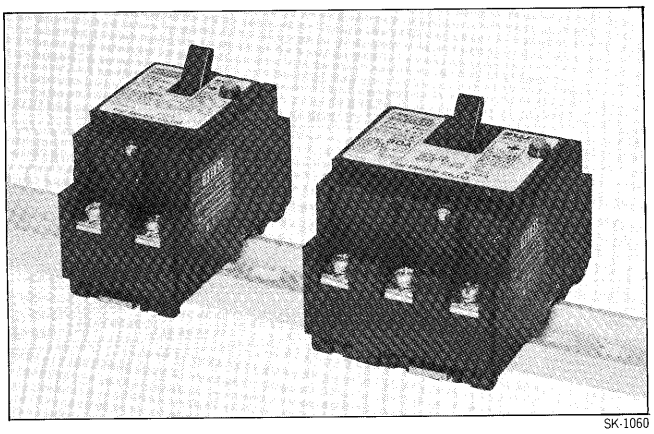


図 8　分電盤モジュール形漏電遮断器の IEC35mm レール取付



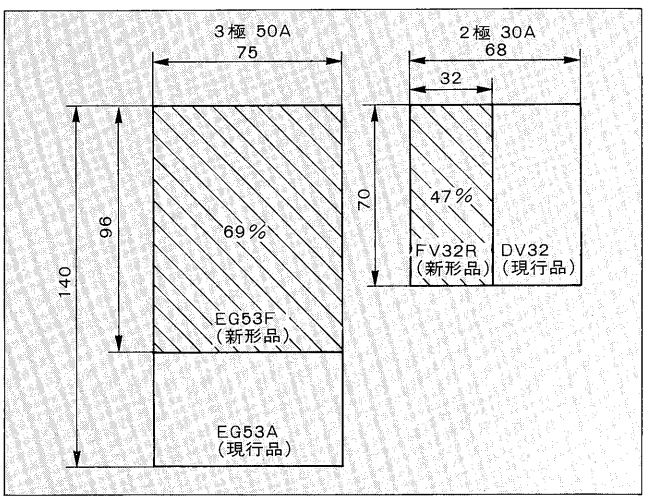
8 に示すように専用部品を外部から装着することにより，IEC35mm レール取付もでき，取付工数削減に効果がある。

⑥ 多様化への対応

6.1 小形化への対応

電気設備機器に対する小形・軽量化の要求は，漏電遮断器にも求められている課題である。遮断性能の改良，電子回路部の IC 化，あるいは電子部品の高密度実装化など，種々の新技術を追求して小形化を達成してきた。**図 9** に 3 極50A 品と 2 極30A 品の小形化の例を示す。50A 品の新形品は現行品の69%，30A 品の新形品は現行品の47%と小形化されている。

図 9　現行品と新形品の取付面積比較



6.2 インバータ回路への適用

近年，インバータによる電動機の可変速制御が盛んに行われている。インバータは，トランジスタを高速でスイッチングさせて交流出力電圧を作り出している。したがって，その負荷側には高調波電圧が供給される。この高調波電圧は**図10**のように，負荷側電路及び負荷機器の対地静電容量を通して**図11**のような高調波漏えい電流を流す。このような回路の電源に漏電遮断器を適用した場合に，この高調波

図 10　高調波漏えい電流経路

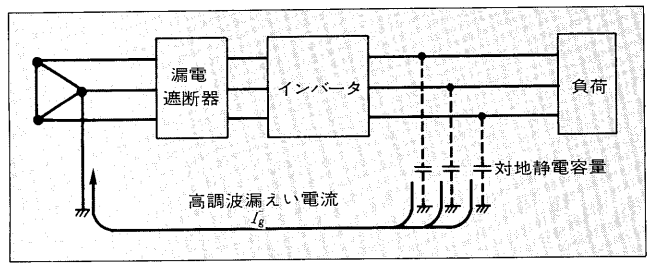


図 11　高調波漏えい電流波形

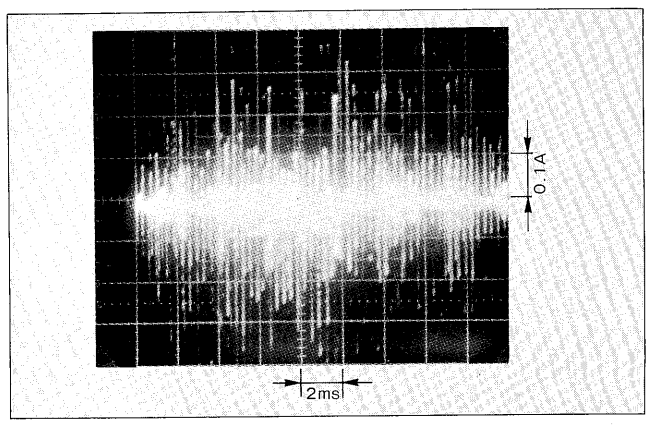
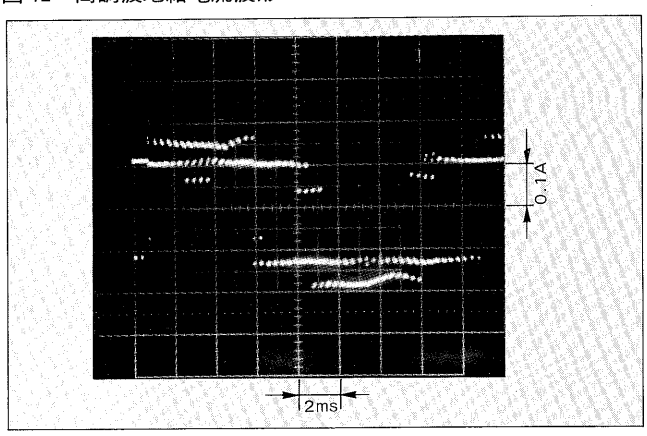


図 12　高調波地絡電流波形



漏えい電流を地絡電流と見なして漏電遮断器が動作することがある。漏電遮断器のこのような動作を防止するためには，商用周波数よりも高い周波数の地絡電流に対しては動作感度が鈍くなるような特性を持たせなければならない。一方，インバータの負荷側で地絡事故が生じた場合には，**図12**に示すような高調波地絡電流が流れるが，このような波形の地絡電流に対しては漏電遮断器が確実に動作しなければならない。このように相反する特性を両立させるために，インバータ回路における常時漏えい電流波形，地絡電流波形の調査並びに漏電遮断器組合せ試験を実施し，入力回路部の特性改良を全シリーズについて行った。**表 3** に富士漏電遮断器のインバータ回路への適用基準を示す。配線亘長が長くなるに従い常時漏えい電流が増大するため，漏電遮断器の感度電流も鈍くする必要がある。**表 3** の適用により，市場で良好な運転実績を上げている。

表3　インバータ回路への漏電遮断器適用基準

電動機出力 (kW)	全負荷電流 (規約電流) (A)	インバータ容量 (kVA)	接続電線 (mm²) min～max	配線亘長と適用可能感度電流 10m	30m	50m	100m	200m	300m
1.5	6.5	3	2～14						
2.2	9.2	3	2～14						
3.7	14.5	5	3.5～14	30mA					
5.5	21	8	5.5～14						
7.5	29	10	8～38						
11	42	15	14～38			100mA			
15	57	20	22～60						
18.5	70	24	30～60					200mA	
22	82	30	38～60						
30	106	37	60～125						
37	135	47	80～125						500mA
45	164	57	325						
55	200	70	325						

(AC200V三相誘導電動機の場合)

6.3　抵抗溶接機用漏電遮断器

抵抗溶接機（スポット溶接機）は自動車産業をはじめ，広く工業分野で使用されている。抵抗溶接機の負荷電流は，一定周期を持つ数十サイクルの間欠した大電流である。したがって，一般の過負荷保護兼用形漏電遮断器では，異常通電による溶接機の過負荷を保護することができない。そこで溶接機の過負荷保護用として，**図13**に示すように通電サイクル監視用タイマ回路を内蔵した抵抗溶接機用漏電遮断器をシリーズ化している。本タイマは，溶接機の通電サイクルに合わせて外部から設定できる構造としている。また，溶接時の突入電流で地絡検出部が誤動作しないよう，ZCTは磁気シールドを強化して平衡特性を向上させている。

図13　抵抗溶接機用漏電遮断器の回路構成

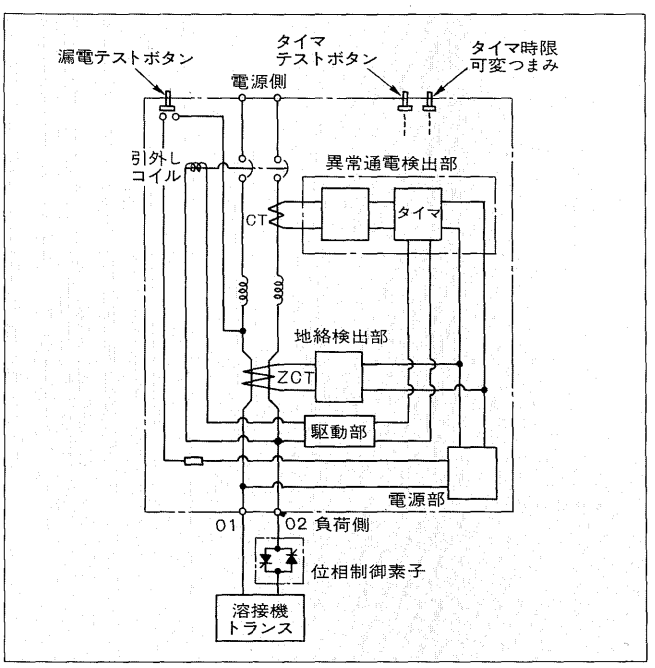
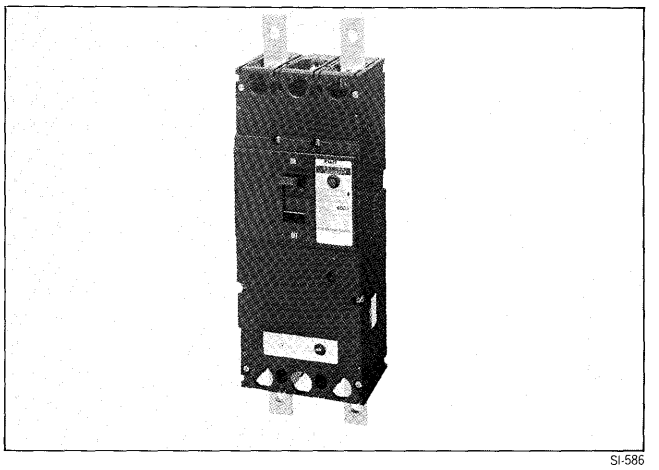
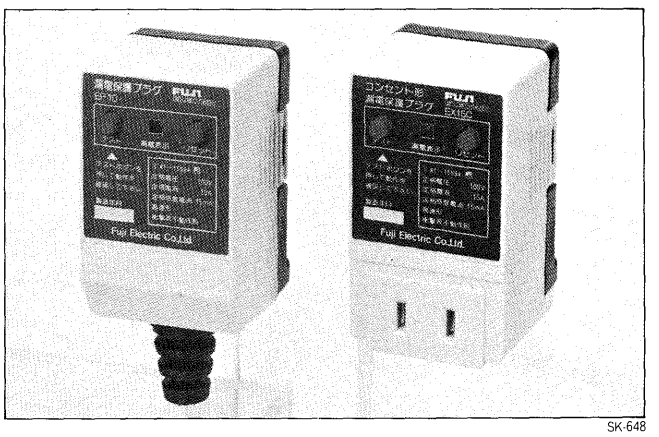


図14　抵抗溶接機用漏電遮断器



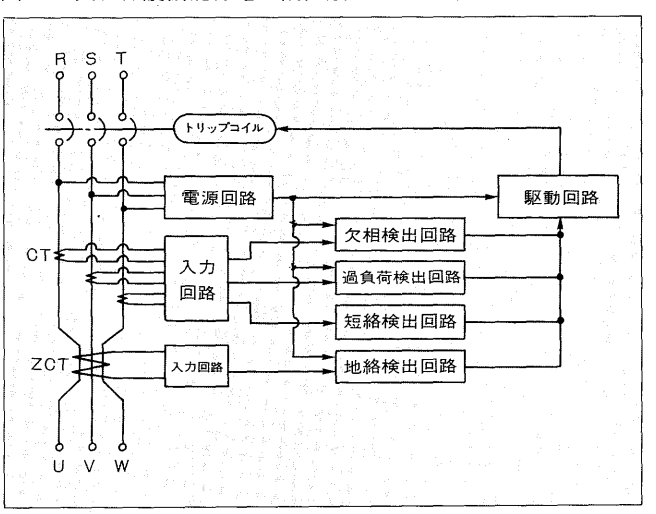
SI-586

図15　コンセント形漏電遮断器



SK-648

図16　欠相保護機能付電動機保護用漏電遮断器の回路構成



る。

図14に抵抗溶接機用漏電遮断器の外観を示す。

6.4　コンセント形漏電遮断器

コンセント形漏電遮断器はコンセントに差し込むだけで使用でき，取付配線工事が不要で，取扱いが簡単である。**図15**に外観を示す。本漏電遮断器は徹底した小形化と，使用環境に調和するデザインとしており，今後主に一般家庭用電気機器の電源用として普及が期待される。

表4　欠相保護機能付電動機保護用漏電遮断器の主要定格

定格電流(A)	1.6	2.6	5	8	11	18	26	36	50
設定電流範囲(A)	0.95～1.6	1.7～2.6	2.8～5	5.1～8	7～11	12～18	18～26	24～36	34～50
適用電動機容量(kW)	0.2	0.4	0.75	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5	11
定格電圧(ACV)	200（使用電圧範囲160～242）								
定格感度電流(mA)	30								
定格不動作電流(mA)	15								
動作時間(s)	0.1以内								
定格遮断電流(kA)	2.5								
欠相検出電流	1相欠相時で負荷率40%以上								
欠相動作時間	設定電流値で1～4s								

6.5　欠相保護機能付電動機保護用漏電遮断器

本漏電遮断器は従来の電動機保護用漏電遮断器の過電流検出装置を電子化すると同時に，欠相保護機能を付加したものである。回路構成を**図16**に示す。外形寸法は分電盤モジュール形漏電遮断器と同一とし，開閉機構部，消弧装置，電流検出用CT, ZCT, トリップコイル及び電子回路部がコンパクトにまとめられて収納されている。また，定格電流はカバー表面に設けられた設定ダイヤルにより調整できるので，電動機の負荷電流に合わせて適切な過負荷保護が行える。**表4**に主要定格を示す。

7　あとがき

以上，富士漏電遮断器の種類，構造，性能などについての概要を説明したが，本稿に説明した以外にも種々の要求に対応した商品が数多くある。今後も今まで蓄積してきた技術，経験をもとに新技術を積極的に取り入れて，ユーザーの要求にこたえる商品開発を行っていく所存である。今後ともユーザー各位の御指導，御鞭撻をお願いする次第である。

技術論文社外公表一覧

題目	所属	氏名	発表機関	
1～240Hzの制御範囲をもつ汎用インバータ	システム事業本部 鈴鹿工場 システム事業本部	中村 和男 大久保 温 大阿久康之	電気計算 **53,** 12（1985）	電気書院
周波数変換技術でパワートランジスタ・GTO・サイリスタを比較する	富士電機総合研究所	皆元 正博	OHM **72,** 10（1985）	オーム社
汎用計装からトータルFAまで/富士のプロセス制御システム	システム事業本部	黒岩 重雄	計装 **28,** 11（1985）	工業技術社
光ファイバを使ったγ線レベル計とその適用	東京工場	久都内茂昭	計装 **28,** 12（1985）	工業技術社
予知保全と診断オートメーション	富士電機エンジニアリング	和田 昱二	電気計算 **53,** 15（1985）（臨時増刊）	電気書院
モールド機器外部診断のテクニック	富士電機総合研究所	夏目 文夫		
現地コロナ診断のテクニック	富士電機総合研究所	松浦 清		
振動データ処理とオンライン診断	富士電機総合研究所 〃	西本 晴保 岸 郁朗		
自己診断する高圧電動機	電機事業本部 富士電機総合研究所	小寺 昭紀 川畑 理		
〈特集〉ノイズ対策への実戦的コーチワイヤリング・テクニック	富士電機総合研究所	川崎紀久雄	電気計算 **53,** 16（1985）	電気書院
アモルファスシリコン太陽電池	松本工場 〃	皿井 宏 山下 誠助	材料フォーラム（1985）	日本技術出版
低圧回路用保護機器の変遷	大田原工場	針谷 圭一	電気と工事 **26,** 12（1985）	オーム社
COMEX	富士ファコム制御	萩原 賢一	NK-MOOK 31号（1985）	日本工業新聞社
Flexible Manufacturing System for Photo-conductors	松本工場	溝口 昇	Flexible Manufacturing Recent Development in FMS, Robotics, CAD/CAM, CIM	Elsevier Science Publishers B.V.
環境清浄化技術	システム事業本部	諏訪 延行	日本工業技術センター（1985-10）	

＊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。