

# 디지털 릴레이의 아날로그 입력부와 맨머신 인터페이스

## 1. 머리말

第2세대 디지털 릴레이는 고속·고기능화한 하드웨어와 소프트웨어 기술로 디지털 릴레이의 보호 성능, 유지보수·운용성을 비약시켜 보다 신뢰성이 높은 시스템을 구축할 수가 있다.

본고에서는 第2세대 디지털 릴레이에 있어서의 아날로그 입력부의 高度化 기술, 맨머신 인터페이스의 機能 향상에 대하여 소개한다.

## 2. 아날로그 입력부

### 2.1 아날로그 입력부의 구성과 성능

디지털 릴레이는 系統電壓이나 電流의 아날로그 정보를 디지털로 변환하여 保護演算에 사용하고 있다. 이때 保護演算上的 반복(되집어옴) 誤差로 되는 周波數成分과 보호기능에 불필요한 高調波成分을 제거한 디지털變換值를 高精度로 얻는 것이 중요하다.

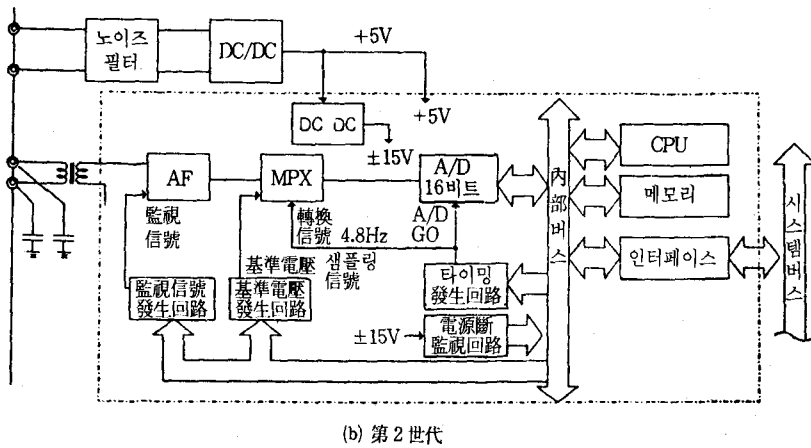
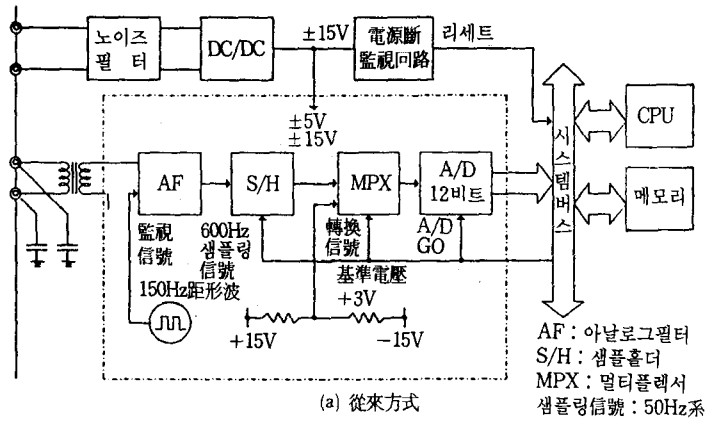
아날로그 입력부는 다이내믹 레인지의 확대로 入力 채널의 共用·削減, 歪波形的 精確한 인식에 의한 사고판별능력의 향상, 하드웨어의 削減과 디지털領域의 확대에 의한 신뢰도 향상, 표준화에 의한 入力回路의 多目的使用이 요구되고 있다. 그림 1에 從來方式과 第2세대 디지털 릴레이의 아날로그 入力부 構成例를, 표 1에 從來方式과 第2세대 아

날로그 입력부의 仕様比較를 나타낸다. 第2세대 디지털 릴레이의 아날로그 입력부는 니즈를 만족시키기 위하여 종래 방식에 비해 다음과 같은 개선을 실시하고 있다.

- ① 아날로그 필터의 簡素化
- ② 高速 샘플링
- ③ 샘플홀더의 생략
- ④ 高分解能 A/D 변환기의 채용
- ⑤ 디지털 필터의 고성능화
- ⑥ 回路의 저잡음화

<표 1> 아날로그 입력부의 仕様比較

項 目	內 容		
	從 來	第2세대	
아날로그 필터	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 반복誤差防止와 保護機能에 不必要한 低次高調波 제거를 目的</li> <li>• 로패스(3次)</li> <li>• 액티브 RC 필터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 반복誤差防止만을 目的</li> <li>• 로패스(3次)</li> <li>• 액티브 RC 필터</li> </ul>	
샘플링 방식	샘플홀더를 사용한 全人力同時 샘플링	샘플홀더를 省略하고, 소프트웨어의 演算에서의 타이밍補正에 의한 全人力同時 샘플링	
샘플링 周波數	50Hz	600Hz	4800Hz
	60Hz	720Hz	5760Hz
A/D 變換器	入力電壓 레인지	±10V	±10V
	分解能	12비트	16비트
綜合 精 度	11비트 分解能	14비트 分解能	



<그림 1> 아날로그입력부의 구성례

⑦ 아날로그입력부의 자동조정

2.2 아날로그입력부의 高度化技術

(1) 아날로그필터의 簡素化

아날로그필터의 機能을 반환誤差防止에만 한정하여 아날로그필터회로를 간소화함으로써 고신뢰도화, 고정도·고안정화를 기하였다. 샘플링周波數에서의 減衰量은 系統事故時에 발생하는 高調波를 제거하기 위하여 60dB로 하고 歪波形的 정확한 인식, 入力회路的 다목적사용을 위하여 350Hz 정도까지 감쇠하지 않는 평탄한 特性을 갖게 하였다.

아날로그필터의 구성은 素子感度, 過渡應答時間이 우수하고 周波數帶域이 넓은 범위에서 平탄한

3次로페스필터를 채용하고 있다.

아날로그필터의 特性式(50Hz系)을 다음에 표시한다.

$$G(s) = \frac{K}{(1+s/\omega_1)(1+as/\omega_2+(s/\omega_2)^2)} \dots(1)$$

다만 K = 定數

$$\omega_1 = 2\pi \times 386, \quad \omega_2 = 2\pi \times 536$$

$$a = 1.1937$$

(2) 高速샘플링

샘플링周波數를 50Hz系는 600Hz로부터 4800Hz로, 60Hz系는 720Hz로부터 5760Hz로 8배高周波數化하였다. 아날로그입력부의 잡음은 白色雜音으로 高速샘플링에 의하여 아날로그입력부에서 발생 또는 유도된 잡음성분의 周波數帶域을 縮힐 수

가 있다. 周波數帶域을 넓힌 잡음성분은 A/D변환 후에 디지털필터에서 平均化處理로 제거하여 S/N比를 개선하고 있다.

S/N比改善用的 디지털필터의 전달함수는 다음과 같다.

$$H(Z) = \frac{1-Z^{-8}}{1-Z^{-1}} \dots\dots\dots(2)$$

**(3) 샘플홀더의 省略**

디지털릴레이는 系統電壓이나 電流의 全入力同時샘플링이 필요하다. 종래에는 전압, 전류치를 샘플홀더를 사용하여 동시에 保持하고 멀티플렉서로 순차적으로 交替하여 A/D변환하고 있었다. 샘플링홀더의 생략은 아날로그회로의 간소화로 이어지고 고신뢰도화, 고정도·고안정화를 도모할 수가 있다. 샘플링홀더의 생략에 의하여 발생하는 샘플링點의 어긋남에 의한 位相誤差는 소프트웨어의 演算에 의하여 보정한다.

**(4) 高分解能 A/D 變換器의 採用**

量子化誤差의 低減과 데이터振幅의 分解能향상을 위하여 現행의 12비트에서 16배 分解能이 높은 16비트 A/D 變換기를 채용하였다.

**(5) 디지털필터의 高性能化**

아날로그入力部に 32비트 RISC프로세서를 탑재하여 디지털필터의 고성능화를 도모하고 있다. 디지털필터는 高速샘플링데이터를 사용하여 디지털演算處理를 하여 電力系統에 발생하는 保護機能에 불필요한 低次高調波를 제거하고 高速샘플링에 의하여 周波數帶域을 넓힌 雜音을 동시에 제거하여 高分解能을 실현하고 있다.

또 아날로그入力부와 릴레이演算部에서 디지털필터의 機能을 分擔하여 아날로그入力부는 S/N比改善만을 목적으로 한 디지털필터處理를 하며, 보호기능에 불필요한 低次高調波成分은 릴레이演算部에서 개별적인 디지털필터로 제거하는 응용도 할 수 있다.

아날로그入力부는 32비트 RISC프로세서에서 디

지탈필터處理를 하기 때문에 그 목적에 따라 필요한 필터處理를 소프트웨어의 변경만으로도 할 수 있게 됨으로써 하드웨어의 標準化를 기하였다.

**(6) 回路의 低雜音化**

아날로그入力處理의 高分解能化에 따라 취급하는 信號레벨이 미약하게 되어 回路에서의 雜音低減을 위하여 다음과 같이 실시하고 있다.

- (a) 아날로그필터를 하이브리드IC化하여 小形化하고, 誘道雜音의 低減을 도모하였다.
- (b) 아날로그회로에 사용하는 電源은 아날로그보드에 탑재하여 아날로그電源의 雜音低減을 기하였다.
- (c) 아날로그信號를 基板패턴으로 가드링하여 디지털회로의 스위칭에 의한 雜音영향을 받기 어려운 패턴設計로 하였다.
- (d) 프린트基板의 多層化에 의하여 電源, 그랜드라인의 低임피던스화를 도모하였다.

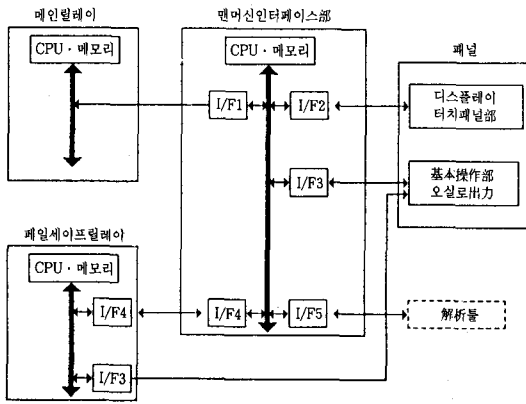
**(7) 아날로그入力부의 自動調整**

아날로그入力부의 絕對誤差, 채널間的 高르지 못함을 低減시키기 위하여 自動調整機能을 설치하고 있다. 調整用的 基準入力を 補助 PT, CT를 포함한 아날로그入力부의 각 채널에 入力하여 얻은 値와 誤差要因이 큰 웨이트를 接하는 補助 PT, CT, 아날로그필터를 바이패스하여 얻은 値의 差로부터 補正係數를 구하여 소프트웨어의 디지털演算에 의하여 誤差를 自動補正하는 기능을 설치하였다.

**3. 맨머신인터페이스의 機能向上**

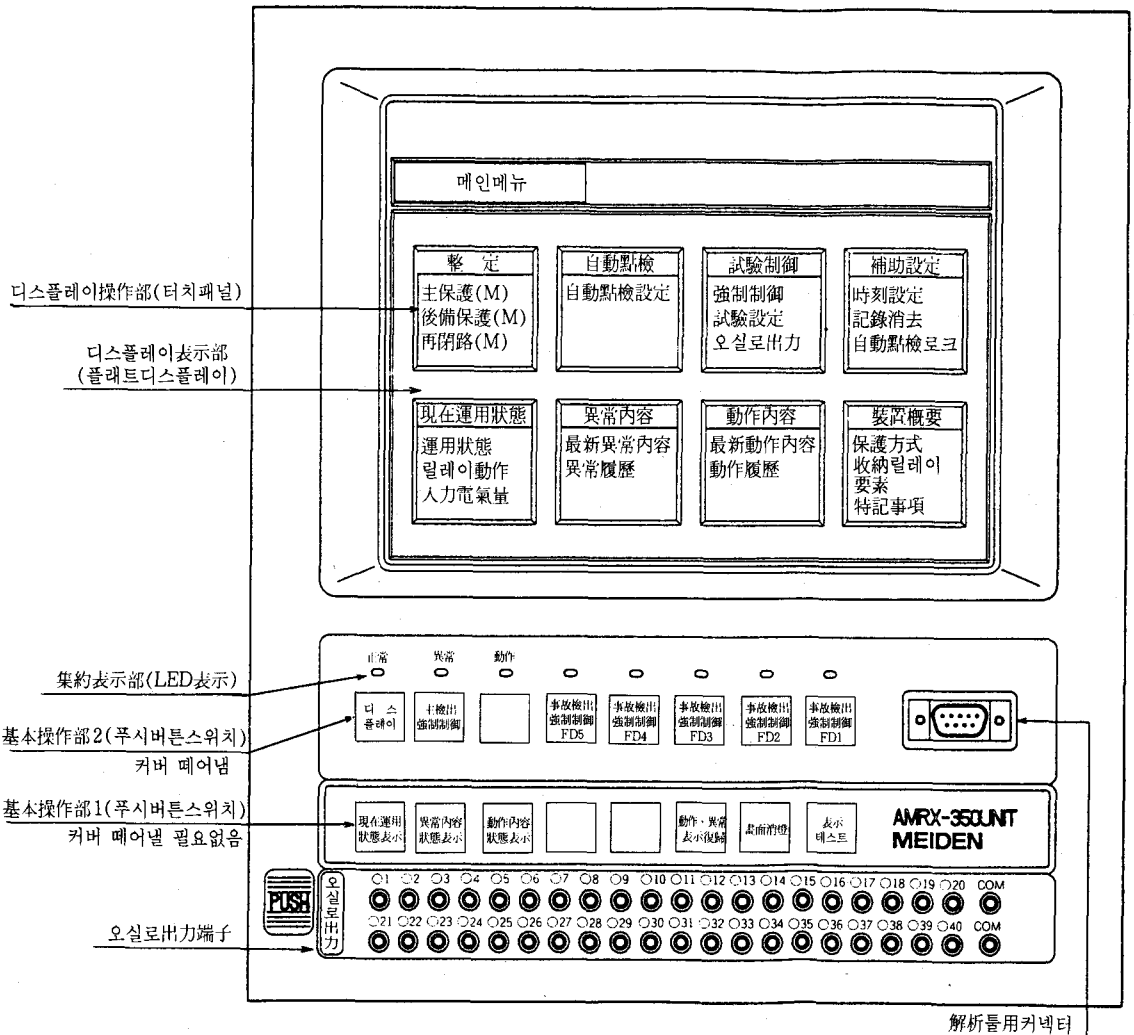
맨머신인터페이스는 電力系統의 保護시스템의 니즈로 整定數, 릴레이動作表示點數의 증대라든가 計測表示機能, 異常코드表示機能 등이 다양화하여, 처리하는 情報量의 증대나 操作방법의 복잡화問題가 대두되었다. 第2世代디지털릴레이는 表示, 操作方法의 통일을 기하기 위하여 다음과 같은 개선을 도모하고 있다.

- (1) 그래픽디스플레이를 채용하여 풍부한 情報量



인 터 페이스	用 途	分 類
I/F1	메인용 各 機能 모듈의 結合	• 시스템버스
I/F2	터치패널, 플랫폼디스플레이의 制御	• 그래픽프로세서 • 인터페이스(디스플레이용) • RS-232-C(터치패널용)
I/F3	基本操作部, 오실로出力 등의 制御	• I/O方式
I/F4	페일세이프용의 整定値, 表示, 強制動作情報 등의 低速情報授受	• 멀티트립傳送 • 2.5Mbps
I/F5	解析용용 인터페이스	• RS-232-C

<그림 2> 맨머신인터페이스의 하드웨어構成例



<그림 3> 패널의 基本構成

을 목적에 따라 알기 쉽도록 표시한다.

- (2) 터치패널을 채용하여 操作을 쉽게 한다.
- (3) 맨머신인터페이스와 保護機能을 분리하여 整定·表示 등의 맨머신인터페이스機能 변경 시에 保護릴레이에의 영향을 없게 한다.
- (4) 맨머신인터페이스를 메인, 페일세이프릴레이로 共用하여 하드웨어의 간소화, 표준화를 도모한다.
- (5) 맨머신인터페이스의 소프트웨어構成을 汎用化하여 소프트웨어의 체계화·표준화를 도모한다.
- (6) 소프트웨어의 대응으로 方式變更, 要素追加를 할 수 있는 유연성을 갖도록 한다.

### 3.1. 맨머신인터페이스의 基本構成

#### 3.1.1 하드웨어의 構成

하드웨어의 構成例를 그림 2에 표시한다. 패널은 메인릴레이와 페일세이프릴레이로 共用하고 있다. 디스플레이와 터치패널은 메인릴레이의 맨머신인터페이스부를 통하여 制御하고 基本操作部, 오실로出力은 메인, 페일세이프릴레이로부터 각각 I/O방식으로 制御하고 있다.

패널의 基本構成을 그림 3에 표시한다.

##### (1) 集約表示部

表示는 發光다이오드를 사용하여 행한다. 裝置動作의 有無, 裝置異常의 有無를 즉석에서 확인하기 위하여 사용한다.

##### (2) 디스플레이表示部

表示는 플랫폼디스플레이를 사용하며 상세한 표시를 할 때 사용한다.

##### (3) 基本操作部 1

裝置의 運用상태를 확인하기 위하여 사용한다. 커버를 벗기지 않고 확인가능하다.

「現在運用狀態表示」, 「異常內容狀態表示」, 「動

作內容狀態表示」의 스위치에 의하여 각 內容을 디스플레이表示部에 표시한다. 그밖에 「動作·異常表示復歸」, 「畫面消燈」, 「表示테스트」의 스위치를 설치하고 있다.

##### (4) 基本操作部 2

커버를 벗기고 비로서 확인가능하게 된다.

「디스플레이」스위치에 의하여 디스플레이畫面을 점등하고, 업무에 필요한 表示·操作은 디스플레이表示部·디스플레이操作部(터치패널)를 사용하여 행한다. 터치패널은 푸시버튼스위치 이외의 운전·유지보수에 필요한 操作에 사용한다. 그밖에 主檢出, 事故檢出試驗時的 強制制御를 위한 스위치를 설치하고 있다.

##### (5) 오실로出力端子

릴레이出力 및 시퀀스主要點信號를 오실로測定用으로 出力한다.

##### (6) 解析용커넥터

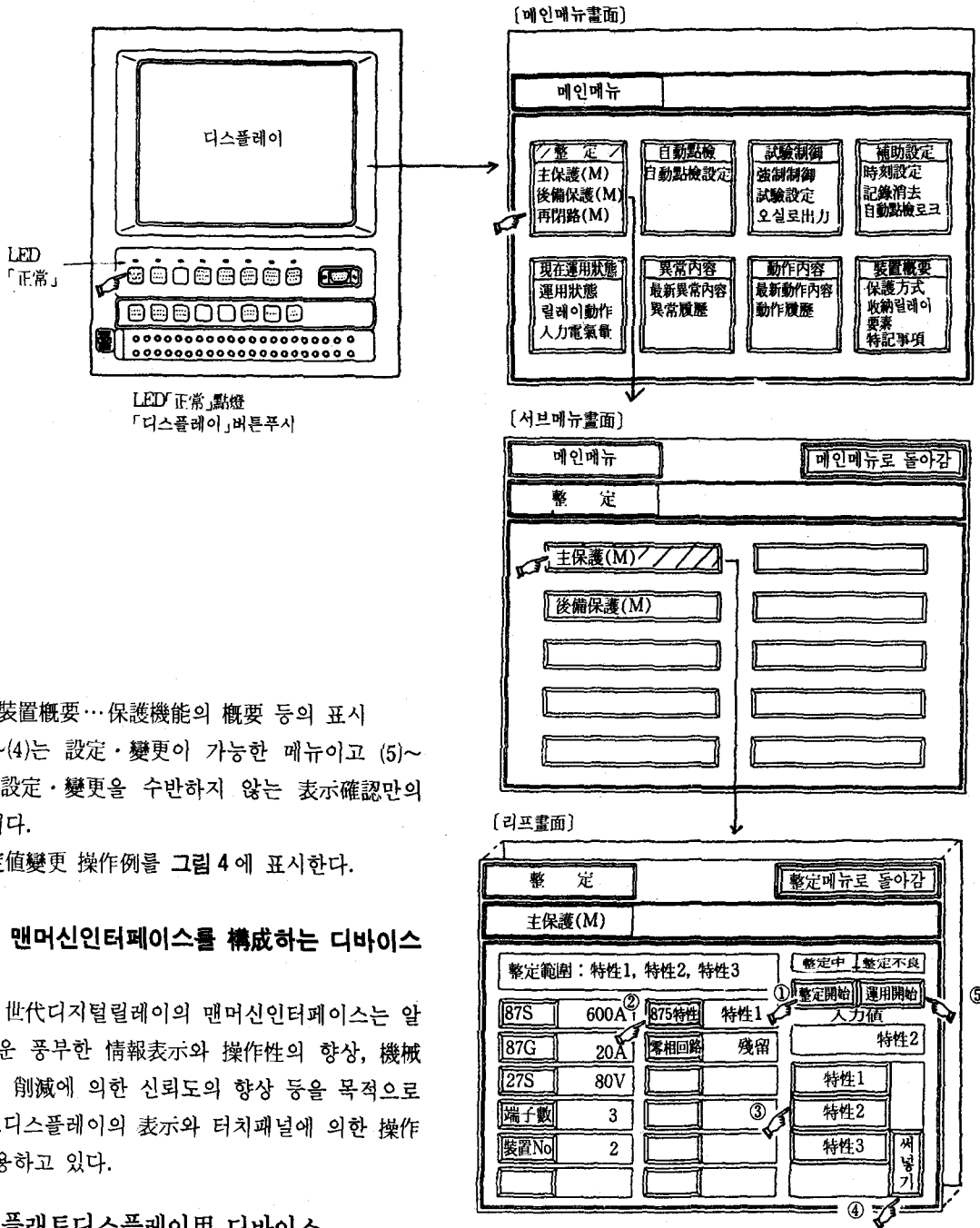
데이터세이브의 內容 및 自動監視의 詳細情報를 꺼내기 위한 解析틀을 접속하는 커넥터이다.

#### 3.1.2 소프트웨어의 構成

表示 및 畫面의 구성은 트리構造·3階層을 기본으로 하고 간단하게 操作할 수 있도록 하였다. 메뉴畫面의 選擇要素에 터치함으로써 메인메뉴畫面, 서브메뉴畫面, 리프畫面으로 진행되며 순차적으로 상세한 表示·操作을 할 수 있다.

메인메뉴의 構成要素는 다음과 같다.

- (1) 整定... 整定値의 변경, 확인
- (2) 試驗制御... 試驗을 지원하기 위한 각종제어
- (3) 自動點檢... 自動點檢관련 設定변경과 확인
- (4) 補助設定... 上記 이외의 各種設定
- (5) 現在運用狀態... 裝置內部상태 및 入力電氣量 표시
- (6) 動作內容... 事故樣相과 相關情報의 표시
- (7) 異常內容... 自動監視결과와 相關情報의 표시



(8) 裝置概要…保護機能의 概要 등의 표시  
 (1)~(4)는 設定·變更이 가능한 메뉴이고 (5)~(8)은 設定·變更을 수반하지 않는 表示確認만의 메뉴이다.

整定値變更 操作例를 그림 4에 표시한다.

### 3.2 맨머신인터페이스를 構成하는 디바이스

第2世代디지털릴레이의 맨머신인터페이스는 알기 쉬운 풍부한 情報表示와 操作性의 향상, 機械部品の 削減에 의한 신뢰도의 향상 등을 목적으로 플래트디스플레이의 表示와 터치패널에 의한 操作을 채용하고 있다.

#### (1) 플래트디스플레이용 디바이스

플래트디스플레이용 디바이스의 性能比較를 표 2에 표시한다. 플래트디스플레이용 디바이스는 대별하면 다음과 같다.

- (a) EL(일렉트로·루미네선스)
- (b) 플라즈마

[操作順序]

- ① 「整定開始」를 터치操作
- ② 「整定要素」를 터치操作으로 選擇
- ③ 「特性選擇」으로 新整定値를 選擇
- ④ 「써넣기」를 터치操作  
(모든 新整定値를 人力後)
- ⑤ 「運用開始」를 터치操作

<그림 4> 整定値變更時의 操作과 畫面例

<표 2> 플레트디스플레이용 디바이스의 성능比較

項 目	EL		프리즈마		液 晶	
種 別	團體發光素子		眞空放電		非發光素子	
表示品質	보기 쉽고, 鮮明	◎	보기 쉽고, 鮮明	◎	視角에 따라 색조가 변한다	△
풀컬러	黃橙色	△	赤橙色	△	三原色풀컬러	◎
信賴性(壽命)	30,000H 이상	◎	30,000H 이상	◎	10,000H 이상	△
視野角	~160°	◎	~120°	○	~60°	△
動作溫度範圍	-5~55°C	◎	0~+55°C	○	0~+55°C	○
總合平價	◎		○		△	

<표 3> 터치패널方式의 성능比較

項 目	超音波方式	赤外線方式	抵抗膜方式	靜電容量方式
表示品質	○	◎	△	△
耐久性	◎	◎	×	△
分解能	◎	△	○	×
설치스페이스	○	△	○	○
總合平價	◎	○	△	△

(c) 抵抗膜방식

(d) 靜電容量방식

第2世代디지털텔레이는 耐久性, 分解能이 우수한 超音波方式을 채용하였다.

(a) 分解能 : 1.72mm

(b) 스크린사이즈 : 9.4인치

(c) 液晶

第2世代디지털텔레이는 表示品質, 壽命, 視野角, 動作溫度範圍가 우수한 EL方式을 채용하였다.

EL 디스플레이의 內容은 다음과 같다.

(a) 도트數 : 가로 640×세로 480 도트

(b) 스크린사이즈 : 가로 191.9×세로 143.9mm (9.4인치)

## (2) 터치패널용 디바이스

터치패널方式의 성능비교를 표3에 표시한다.

터치패널용 디바이스를 대별하면 다음과 같다.

(a) 超音波방식

(b) 赤外線방식

## 4. 맺음말

아날로그入力部の 고도화에 의하여 高速·高精度演算이 가능하게 되고 맨머신인터페이스의 機能향상에 의하여 操作性, 유지보수性을 향상시킬 수가 있었다. 또한 동시에 하드웨어構成의 간소화·표준화, 소프트웨어의 체계화·표준화에 의하여 높은 信賴性을 실현할 수가 있었다. 앞으로는 여기서 개발한 컴포넌트 디지털텔레이에의 適用을 확대하고 고객이 만족할 수 있는 시스템作成을 추구해 가고자 한다.

明電舎發行 明電時報 前載

에너지 절약은 환경 보호와 경제성장의 원천