

光ファイバ式フィールド計装システム FFIのシリーズ拡大

安東 伸彦(あんどう のぶひこ)

玉井 満(たまい みつる)

① まえがき

近年、とみに脚光を浴びてきている光応用技術、とりわけ光ファイバ伝送技術は、急速に実用化が進展し、通信分野では、現在既に一般的な技術となっている。光技術全般についても、国内では、(財)光産業技術振興協会を中心とした“光応用計測制御システムの研究開発”に代表されるように、その進歩はめざましいものがある。

富士電機では、このような技術的背景と、センサ、アクチュエータなどフィールド機器の高機能化に対するニーズを先取りして、新しい光計装システム“Fuji Fiber Optic Field Instrumentation System (FFI システム)”を製品化し発売している。

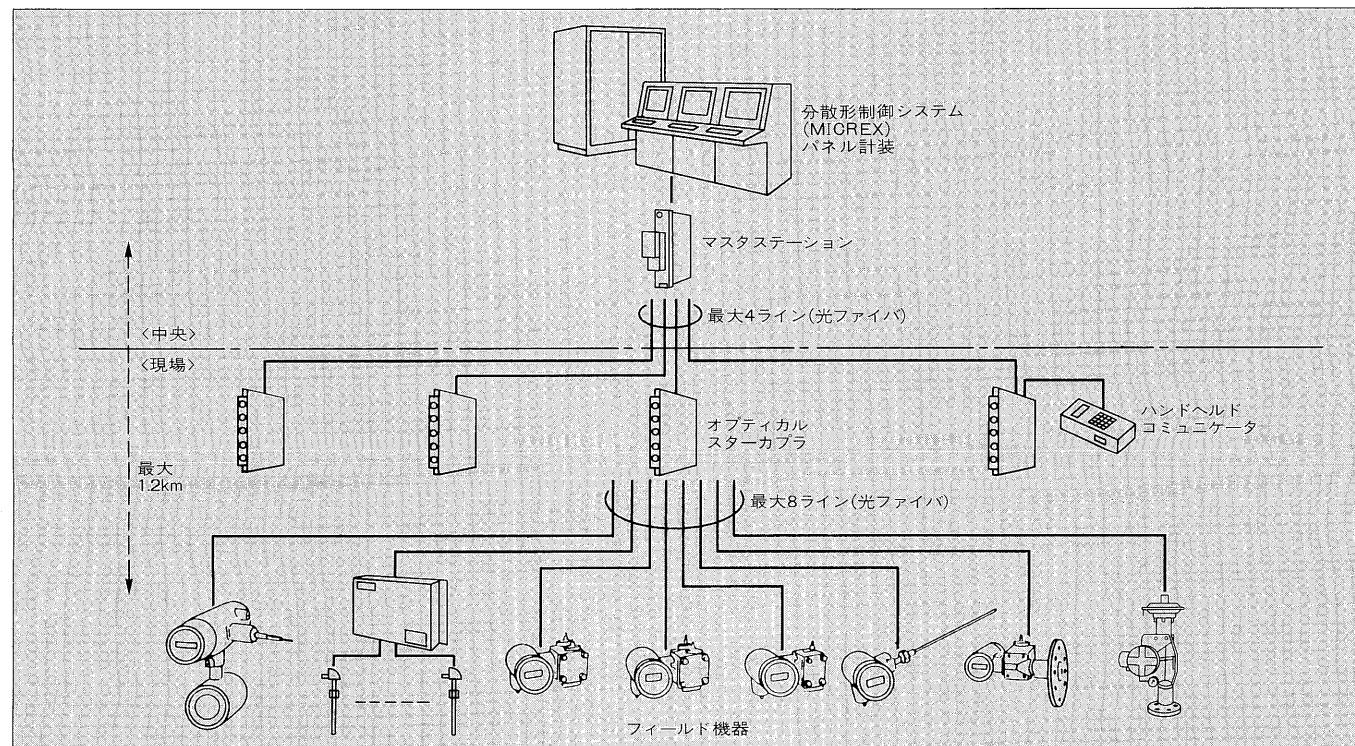
「FFI システム」は、富士電機が世界に先駆けて開発し

た最先端の計装システムであり、光ファイバ技術とローパワーマイクロエレクトロニクス技術、及びセンサ技術の各分野における先端技術を駆使し、フィールド機器のインテリジェント化と光ファイバによるディジタル多重伝送のフィールドバスを可能とした。

この高機能、高信頼性、保守の自動化を実現した新世代の光ファイバ式計装システムは、1984年米国 ISA ショー、1985年計測展 JEMIMA に出展され、同年末より製品出荷を開始した。

FFI システムは、発表発売以来、従来からの空気圧式、電子式(4~20mA)に次ぐ、第3世代の光ファイバ式計装システムとして、内外の大手有力ユーザーの注目を集め、多数の引合いが寄せられ、既に多くのプラントに採用されている。

図1 FFI システム構成図



安東 伸彦

昭和45年入社。計測制御機器・システムに関する製品の企画開発に従事。現在、計装制御統括部技術開発部担当課長。

玉井 満

昭和45年入社。フィールド機器、特に発信器の開発設計に従事。現在、東京工場計測機器部担当課長。

FFI システムは、各種のフィールド機器、オプティカルスタークーパラ、マスタステーションから構成されている。これらの製品については、富士時報など既に紹介、発表されているが、今回新たに FFI フィールド機器として追加した新製品の概要について紹介する。

2 フィールド機器の新製品

2.1 光一空気圧変換器(Optical-Pneumatic Converter)

この機器は、マスタステーションからの操作出力信号を受け、その値に比例した空気圧信号に変換し、コントロールバルブを駆動、制御する。

2.1.1 構成

図2に光一空気圧変換器のブロック図を示す。光一空気圧変換器は、制御回路部、電気一空気圧変換部及び空気圧一電気変換部(圧力センサ部)、電源ユニット部の四つの要素から構成されている。

制御回路部には、0.2秒ごとに1回、マスタステーションから符号付16ビットの光デジタル信号が入力される。空気圧出力信号は、静電容量形の圧力センサによって電気信号に変換され、制御回路にフィードバックされる。この入力信号とフィードバック信号の偏差に比例、積分、微分動作による各種の補助演算をマイクロプロセッサで行い、偏差に応じた電圧 V_i を発生させる。

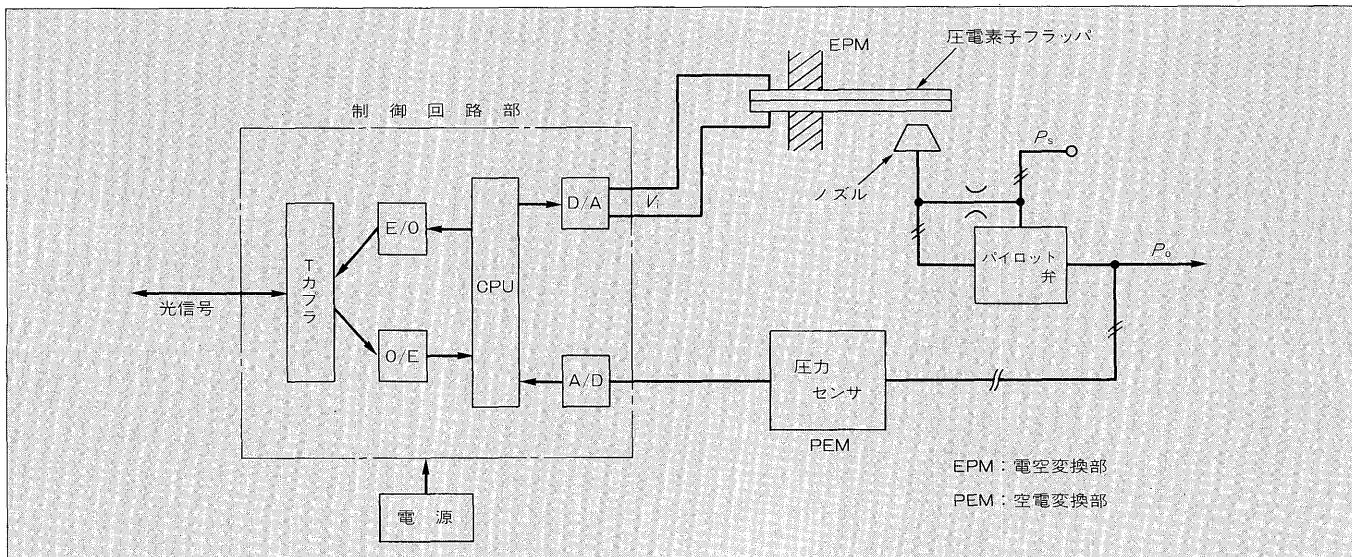
電気一空気圧変換部は、圧電素子フラッパとノズル-パイロット弁で構成されている。上記電圧 V_i は、圧電素子フラッパに印加され、そのピエゾ効果により変位(数十 μm)に変換され、ノズル背圧を変化させる。

ノズル背圧は、パイロット弁によって増幅され、出力空気圧 P_o が作られる。電源ユニット部は、リチウム電池と電流制限用厚膜抵抗で構成され、機器全体は本質安全防爆となっている。

2.1.2 特長

この光一空気圧変換器の特長を次に記す。

図2 光ファイバ式光一空気圧変換器ブロック図



- (1) 光ファイバ伝送による直接光一空気圧変換の実現。
- (2) 空気圧変換素子として大きな変位が得られ、温度特性に優れた圧電バイモルフを採用し、信頼性の向上とローパワー化を実現。
- (3) ローパワー化回路設計と内蔵リチウム電池駆動による本質安全防爆。
- (4) 入力・出力異常などの自己診断機能。
- (5) 入力異常(ファイバ断線による無入力時)の出力保持機能……異常入力直前の出力値又は0%, 100%のいずれか設定可能。
- (6) 空気圧出力の直接リードバック機能。

2.1.3 仕様

主な仕様を以下に記す。

- (1) 入力信号: 光デジタル信号 (FFI仕様)
(符号付16ビット)
- (2) 出力信号: $0.2 \sim 1.0 \text{ kg/cm}^2$, $0.4 \sim 2.0 \text{ kg/cm}^2$
 $3 \sim 15 \text{ psi}$, $3 \sim 27 \text{ psi}$, $6 \sim 30 \text{ psi}$
- (3) 精度: $\pm 0.5\%$
- (4) 応答特性: 約1.0秒 (負荷容量 $0.5 l$)
- (5) 診断機能: 入力・出力異常, バッテリー電圧低下
- (6) リードバック機能: 出力空気圧のリードバック
- (7) 緊急時の動作: 入力異常, 無入力時直前の出力値の保持又は0%, 100%出力
- (8) 防爆: 本質安全防爆
- (9) 使用温度: $-20 \sim +60^\circ\text{C}$

2.2 光ファイバ式多点温度変換器

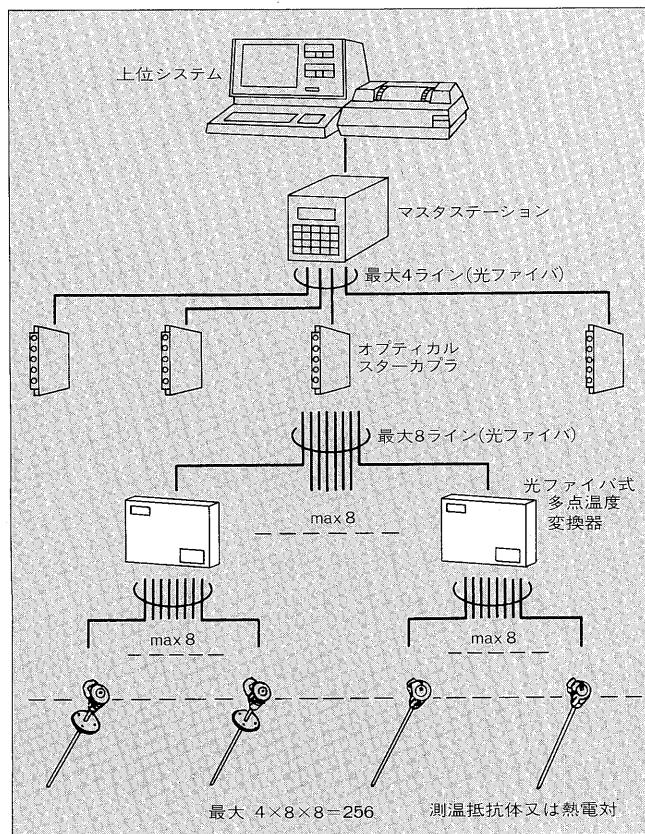
(Optical Multi-Point Temperature Converter)

この機器は、プラントに点在する多数個の測温抵抗体、熱電対などの温度出力信号をフィールドで、光多重信号に変換する。

2.2.1 構成

本変換器を応用した温度モニタリングシステムの例を図3に示す。

図3 温度モニタリングシステム



1台のオプティカルスタークーラには、最大8台の多点温度変換器が接続可能である。したがって、1台のスタークーラから、 $64\text{点} \times 4 = 256$ 点の温度センサ信号が得られる。

マスタステーションには、最大4台のオプティカルスタークーラが接続可能であり、 $64\text{点} \times 4 = 256$ 点のプロセスの温度情報がモニタできる。各温度センサの値は、1.6秒ごとに更新される。

多点温度変換器の構成を図4に示す。

2.2.2 仕様

- (1) 温度センサの種類：熱電対 J, E, K, 測温抵抗体 (Pt 100Ω)
- (2) 入力点数：最大8点（同一種類）又は16点
- (3) 測定範囲：熱電対 J, E $-200 \sim 1,000^\circ\text{C}$
熱電対 K $-200 \sim 1,200^\circ\text{C}$
測温抵抗体 $-200 \sim 600^\circ\text{C}$
- (4) 精度： $\pm 0.5\%$ (リニアライズ付)
- (5) 周囲温度： $-30 \sim +60^\circ\text{C}$
- (6) 電源：AC100V/110V/200V, DC24V
- (7) 自己診断機能：断線, オーバフロー, アンダーフローなど
- (8) 防爆：本質安全防爆 (DC24V のとき)

図5 光ファイバ式投込液面/圧力発信器の測定システム

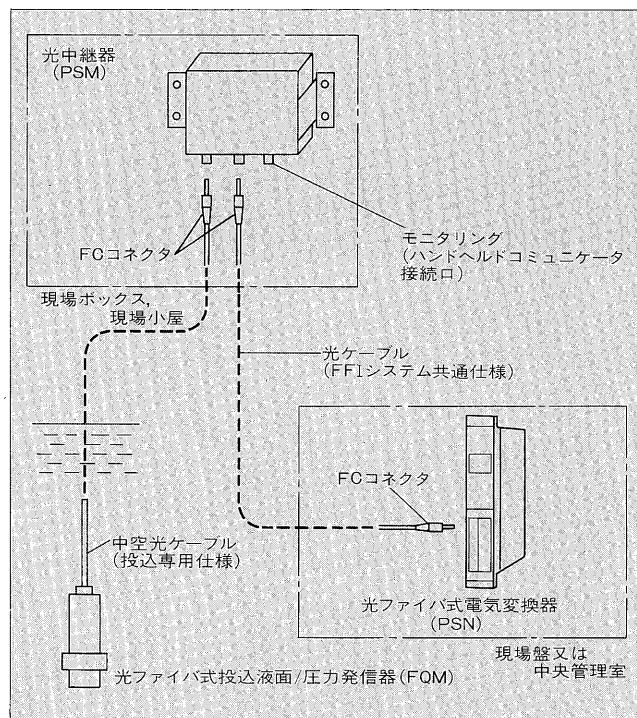


図4 多点温度変換器のブロック図

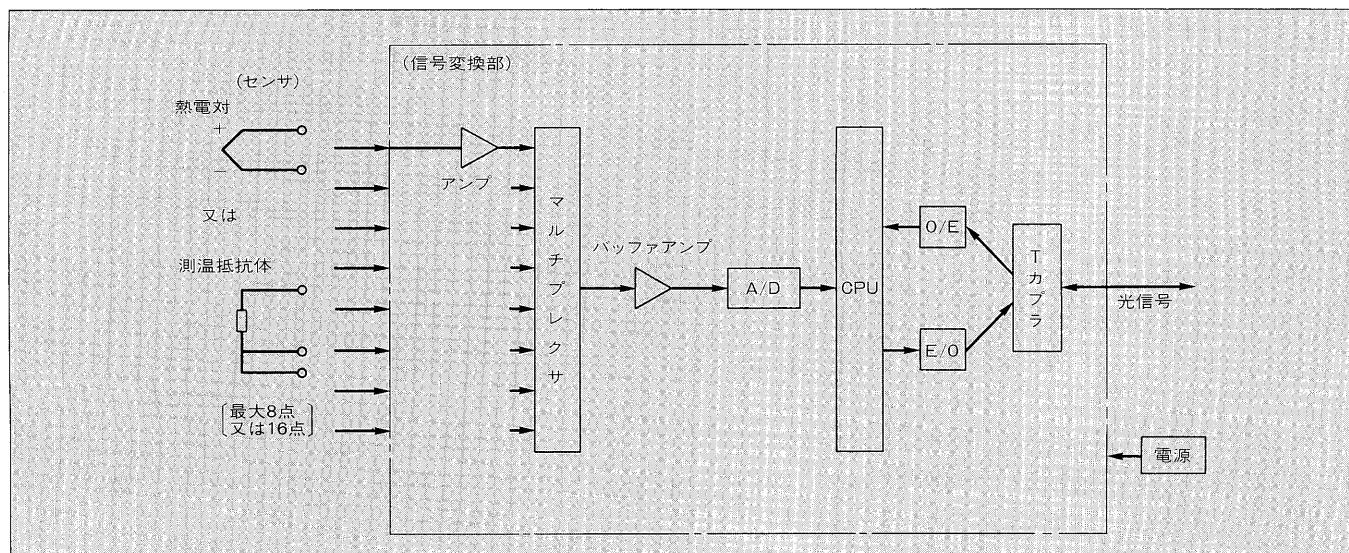


図6 光ファイバ式投込液面発信器の外観

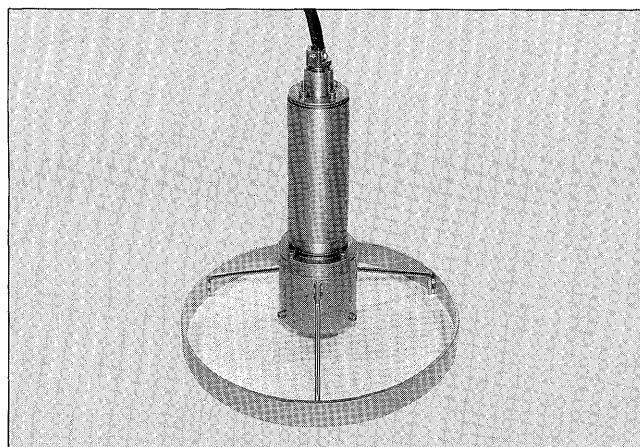


図7 光中継器の外観

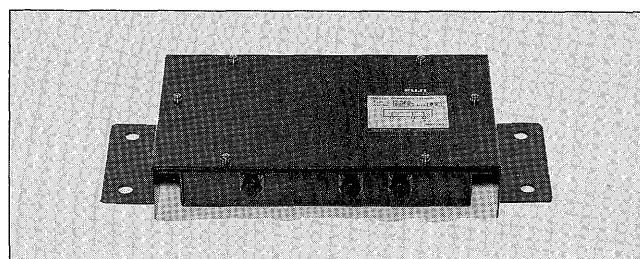
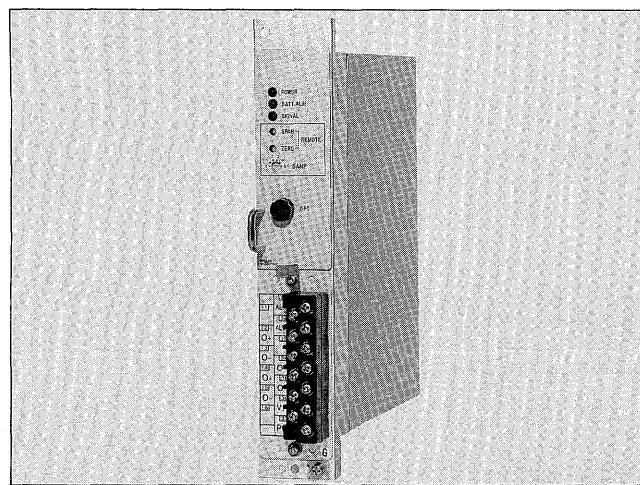


図8 光ファイバ式電気変換器の外観



2.3 光ファイバ式投込液面/圧力発信器

(Optical Immersion Type Level/Pressure Meter)

光ファイバ式投込液面/圧力発信器は、水処理設備などの水槽の水位を測定するセンサとして開発された。

水処理場は立地条件から、雷の発生の多い山間部に建設されるため、従来の電子式レベル計では落雷時のサージ電圧、ノイズの影響により出力異常や回路の破損をもたらす。光ファイバ式投込液面/圧力発信器は、信号伝送路に光ファイバを採用し、センサ部は実績ある静電容量センサを使用し、ローパワー化された回路及び内蔵のリチウム電池によって構成されている。この構成によって、過大なサージ、ノイズに全く影響されない極めて安定で信頼性の高い計測

が可能となった。

2.3.1 レベル測定システムの構成

レベル測定システムの構成を図5に示す。本システムは、発信器、中継器、電気変換器から構成されている。また、この発信器は中継器を介して、FFIシステムに接続が可能であり、同システムのフィールド機器として使用することもできる。

図6に投込液面発信器の外観、図7に中継器の外観、図8に電気変換器の外観を示す。

2.3.2 各構成機器の仕様

光ファイバ式投込液面/圧力発信器

- (1) 測定レンジ：(液面) 2, 5, 10, 20, 30, 40mH₂O
(圧力) 4, 6, 10, 20kg/cm²
- (2) 精 度： $\pm 0.5\%$ 又は $\pm 0.25\%$
- (3) 接 液 温 度： $0\sim 30^\circ\text{C}$
- (4) 光信号伝送距離：最大 3 km
- (5) 電 源：内蔵リチウム電池、寿命約 8 年
(サンプリング時間 2 秒)
- (6) 調 整：リモート調整 ゼロ/スパン
- (7) 自 己 診 断：オーバーフロー、アンダーフロー、バッテリー電圧低下、検出部異常

光中継器

- (1) 分 岐：1 : 2 分岐
- (2) モニタ機能：ハンドヘルドコミュニケータ(HHC) により発信器出力のモニタリング可能

光ファイバ式電気変換器

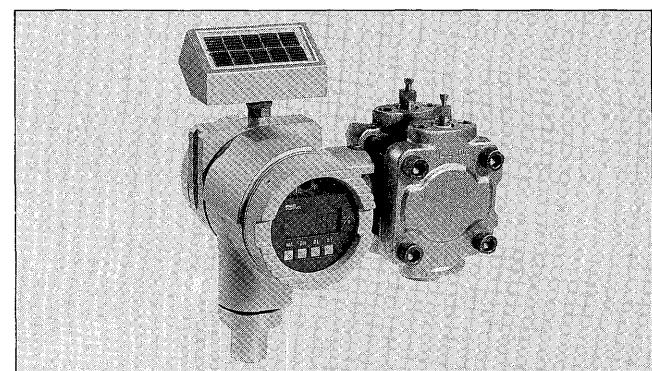
- (1) 出 力：DC1~5V 又は4~20mA
- (2) 精 度： $\pm 0.1\%$
- (3) 電 源：DC24V, AC100V
- (4) サンプリング時間：2 秒又は0.2秒
- (5) リモート調整機能：ゼロ/スパン
- (6) ダンピング：ダンピング無し、4 秒、8 秒、3 段切換
- (7) アラーム出力：オーバーフロー、アンダーフロー、バッテリー電圧低下、検出部異常(オープンコレクタ、トランジスタ出力)

2.4 ソーラー駆動光ファイバ式発信器

(Solar Cell Powered Transmitter)

光ファイバ式発信器の電池寿命の長寿命化を目的に、電

図9 ソーラー駆動光ファイバ式差圧発信器の外観



源に太陽電池と充電形蓄電池を採用したのがソーラー駆動光ファイバ式発信器である。

発信器の外観写真を図9に示す。太陽電池の充電能力は、1日の日照時間が3時間あれば十分であり、かつ密閉形蓄電池は連続無照日数が約60日以内であれば、発信器の動作を保証するように設計されている。

2.5 光ファイバ式タンクゲージ発信器 (Optical Tank Gauge Transmitter)

光ファイバ式タンクゲージ発信器は、石油タンクなどのレベル変位を、フロートと回転機構に結合された高精度アブソリュートエンコーダによって電気信号に変換し、伝送をする発信器である。

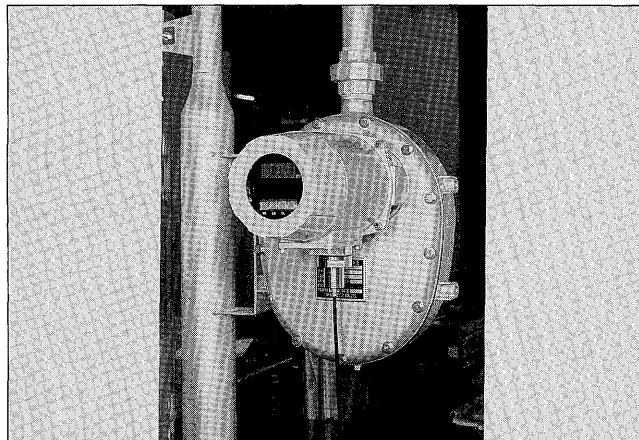
2.5.1 構成

図10に外観写真を示す。

2.5.2 仕様

- (1) 測定範囲: 0~20m, 0~30m, 0~60m
- (2) 分解能: 1mm
- (3) 電源: 内蔵リチウム電池
- (4) 自己診断: エンコーダ不良, バッテリー電圧低下
- (5) 防爆: 本質安全防爆

図10 光ファイバ式タンクゲージ発信器の外観



③ あとがき

今回紹介した製品のほか、容積式流量計、光オンオフ弁、光リミットスイッチなど、従来の電子式発信器FCシリーズに相当する機種はもとより、富士電機が製作していかなかったフィールド機器も光化が拡大されている。

光ファイバの需要の急伸とともに、光計装システムのネックといわれていたコストも急速に低下してきている。

FFIシステムは既に、石油、化学、食品、鉄鋼など各種プラントでの稼動が相次いでいる。かつて、電子式計装が空気圧式計装と共に存しながら、徐々に凌駕（りょうが）したように、FFIシステムが電子式計装方式をしのぎ、フィールド計装の本流になる日はそう遠くないことを確信している。今後とも、機能の拡充やファミリーの増大を図り、より使いやすいシステムを目指して努力していく所存である。

なお今後、フィールドバスの標準化が進められる中で、FFIの伝送システムが標準のフィールドバスの一つとして標準規格化されることを目指している。

参考文献

- (1) 安原毅ほか：富士フィールド計装システム、富士時報、Vol.57, No.4, pp.240-244 (1984)
- (2) 川原浩：光計装制御システムのプロセス制御システムへの適用メリット、富士時報 Vol.57, No.9, pp.530-533 (1984)
- (3) 安東伸彦ほか：分散形ディジタルプロセス制御システムMICREX-P/FFIシステムの展開、富士時報、Vol.59, No.3, pp.190-196 (1986)
- (4) 富永滋ほか：FFIシステムの化学・食品プラントへの適用、富士時報、Vol.59, No.3, pp.197-198 (1986)
- (5) 安原毅ほか：光ファイバ式フィールド計装システム、計測と制御、Vol.26, No.4, pp.79-82 (1987)



*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。