

# 光応用物流管理装置

## Delivery Control Equipment with Optical Fiber Sensors

森松 良博 \* Yoshihiro Morimatsu・富永 滋 \* Shigeru Tominaga・下里 弘 \* Hiroshi Shimosato  
 仲村敬二郎 \*\* Keijirō Nakamura・清水 秀雄 \*\* Hideo Shimizu・松下 重忠 \*\*\* Shigetada Matsushita  
 久都内茂昭 \*\*\* Shigeaki Kutsunai

### I. まえがき

光計測制御システムの応用開発として、石油出荷制御管理装置並びにLPGポンベ充てん自動化管理装置がほぼ実用化の段階に近づいたのでここに紹介する。

石油出荷制御管理装置並びにLPGポンベ充てん自動化管理装置は、従来からかなり高度の自動化・システム化が行われてきたが、両装置共に可燃性（爆発性）液体・ガスを取り扱うもので、より安全度の高い装置の出現が望まれており、また両装置共に取引業務に直接関与するもので、迅速かつ柔軟性のあるデータ処理機能が期待されてきた。

光計測技術とマイクロコンピュータ技術の結合による両装置はこれらの要求を満たすもので、光計測部品の低価格化に伴い実用の段階に近づき、石油関連製品の物流合理化に大きく寄与するものと期待されている。

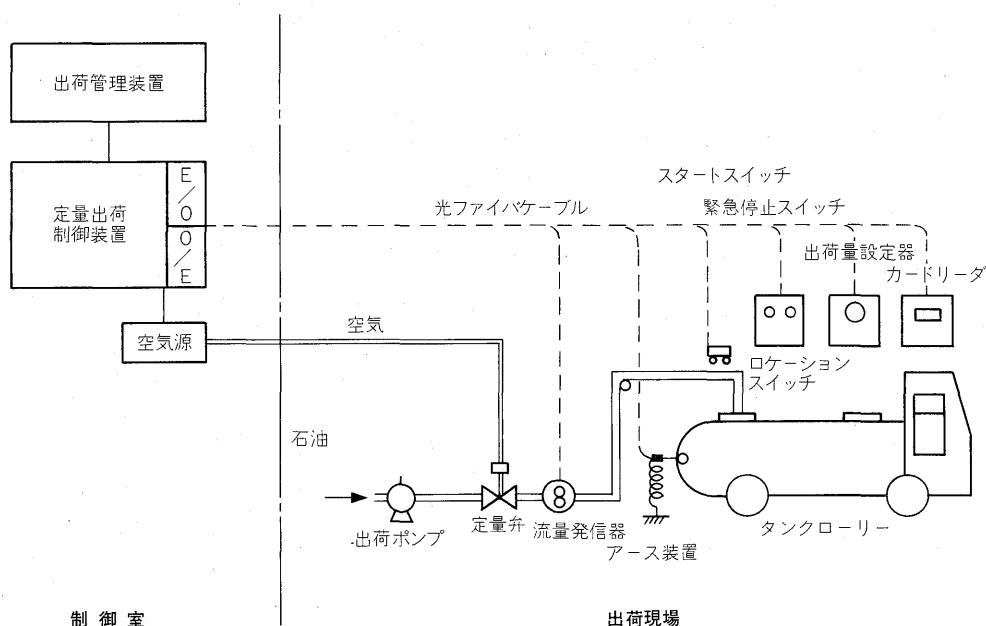
### II. 石油出荷制御管理装置

石油出荷制御管理装置とは、タンクローリー車への石油製品出荷設備とその制御管理装置を言う。システムの基本機能は、安全正確な定量自動出荷制御及び予約照合出荷管理である。

ローリー車への積込みハッチは出荷作業中は開口しており、出荷現場は通常の状態で爆発危険雰囲気を生成するおそれのある第1種危険場所と分類される。したがって、電気信号伝送路の方式を採用してきた従来のシステムにおいては、構造を耐圧防爆・内圧防爆・本質安全防爆構造にすることによりその防爆性を確保してきた。これらの防爆構造に対し、より原理的に安全な構造として信号伝送路の光ファイバ化があり、この方式を全面的に採用したのが以下に説明する石油出荷制御管理装置である。

#### 1. システム構成

光ファイバを信号伝送路にした石油出荷制御管理装置のシステム構成を第1図に示す。これは①カードリーダ、②出荷量設定器、③スタートスイッチ、④緊急停止スイッチ、⑤ロケーションスイッチ、⑥アース装置、⑦流量発信器、⑧定量弁、⑨出荷ポンプなどの現場制御機器と、計算機室内に設置される⑩定量出荷制御装置、⑪出荷管理装置（マイクロコンピュータ：LSC-μ又はミニコンピュータ：PANAFACOM Uシリーズ）などから構成される。この構成機器のうち①～⑦の現場機器と⑩の制御装置間の信号ラインが光ファイバ化された。



第1図 石油出荷管理システム  
 Fig. 1. Automatic land shipping system

\* 工業・計測事業部 計測技術部 \*\* (株)富士電機総合研究所 製品化研究所 \*\*\* 東京工場 設計部

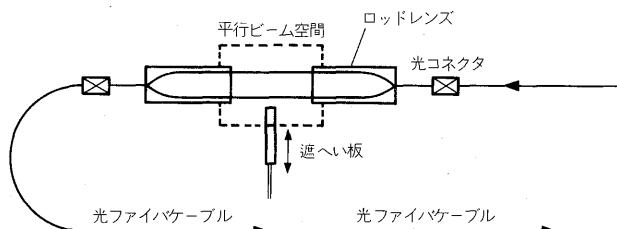
現場設置機器の各々の機能は次のとおりである。

- ① カードリーダ：予約照合のキーとなるローリー車の番号を読み込む。
- ② 出荷量設定器：バッチ出荷量を設定する。
- ③ スタートスイッチ：現場側の出荷準備完了（積込みスタート）を知らせる。
- ④ 緊急停止スイッチ：何らかの異常事態発生時に出荷を緊急停止する。
- ⑤ ロケーションスイッチ：ローディングアームの方向を検出する。
- ⑥ アース装置：ローリー車体の静電気を除去する。
- ⑦ 流量発信器：出荷量に比例する単位パルスを発信する。
- ⑧ 定量弁：初速制限、ウォータハンマを考慮し2段開閉動作する。
- ⑨ 出荷ポンプ：石油製品の出荷用ポンプ。
- ⑩ 定量出荷制御装置：上記①～⑨の機能と信号の授受を行い、定量出荷のためのシーケンス制御を行う。
- ⑪ 出荷管理装置：予約との照合と各種帳票類の作成を行う。

## 2. 光式センサ

### 1) 検出原理

今回、現場側センサに用いた検出原理はすべて光路を遮へい板によって断続させ、光のオン・オフ信号を発生させるものである。このセンサの構造は第2図に示すように、光ファイバを伝わってきた光を、その先端に接続したロッドレンズによって平行光にして空間を飛ばせる。この光を対向したロッドレンズで受け再び集光して光ファイバに入れて伝送する。この空間中に遮へい板を抜き差すことによって光のオン・オフ信号を作るものである。



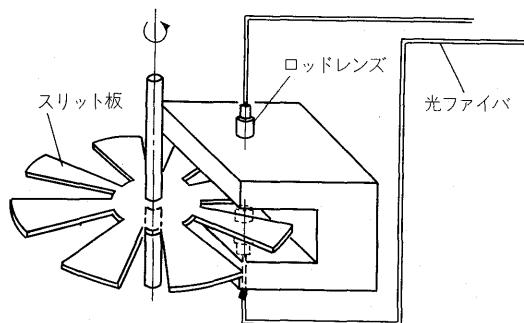
第2図 光センサの検出原理

Fig. 2. Detective principle of optical sensor

### 2) 流量発信器

今回採用した流量計は、計量室及びペーンを備えた回転子により構成されたスライドペーン流量計である。構造上から回転が一様であるため、計量精度が高く、圧力損失の小さいものである。

この回転子の回転を歯車機構によってスリット円板に



第3図 光式回転速度検出部構造

Fig. 3. Construction of optical revolution detector

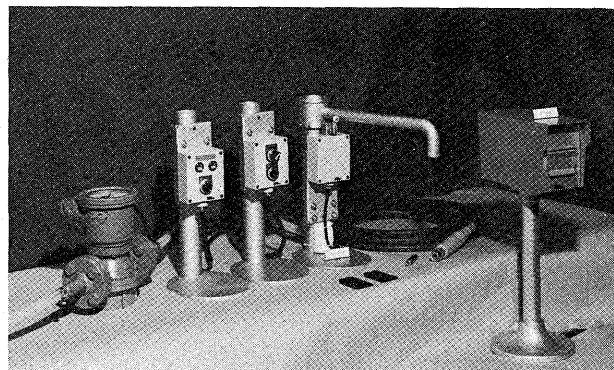
伝え、第3図に示すように、この円板の回転で光ファイバの光路を断続させて、流量に比例した周波数の光パルスを伝送する。

光パルスで伝送すると光ファイバの周波数広帯域性のため、伝送距離が長くなても波形がひずまないので、分解能の高い流量信号を得ることができる。

### 3) 光式スイッチ

現場の操作用として、第4図に示すようなスタートスイッチ、緊急ストップスイッチ、流量設定器、リミットスイッチなどの光式スイッチ群が必要となる。

これらの検出原理は前述のようにすべて遮へい板による光路断続方式である。光スイッチは発火源にならないという利点の外に、無接点方式であるため、接点の接触不良を起こすおそれがないという有利さがある。

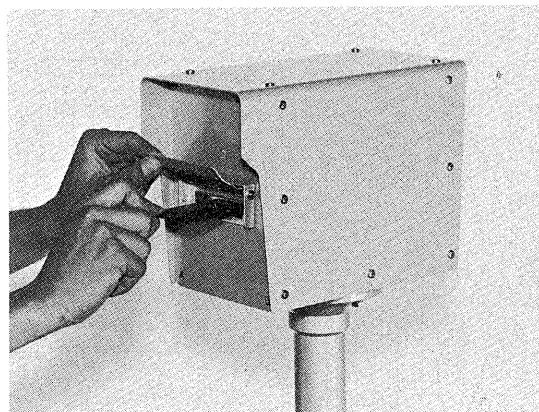


第4図 光式スイッチ

Fig. 4. Optical switches

### 4) カードリーダ

カードリーダは、出荷管理用カードのデータ（タンクローリー車番、油種、油量など）を読み取り、出荷管理装置にデータを出力する装置である。カード読み取り方式は、信頼性の面から機構部の少ないカード静止並列読み取り方式とし、検出部から受信部までの伝送は、光ファイバの削減のために、時分割多重伝送方式を採用している。カードは挿入されると自動的にその位置を保持され、給油作業の終了後、取出しが可能となる。読み取りデータ数は標準13ビット、最大18ビットである（第5図参照）。



第5図 カードリーダ  
Fig. 5. Card reader

また、単純な孔明きカードでは、変偽造によって出荷管理上重大な問題を生じるため、カードには特殊なマークを埋め込んで、変偽造を防止している。

#### 5) アース装置

給油作業時には、静電気による可燃性ガスの引火・爆発の防止のため、タンクローリー等の電気的な接地が義務づけられている。この接地を確認する装置がアースチャックである。検出部には直角出射形のロッドレンズを用いて、装置の小形・軽量化を実現し、動作の安定化を図っている（第6図参照）。

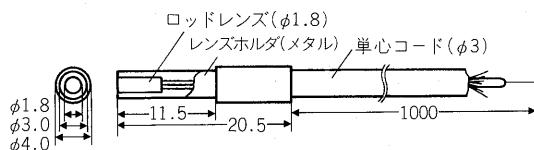


第6図 アース装置  
Fig. 6. Ground checking device

### 3. 光学部品

この光システムに用いた光学部品の種類と仕様を以下に示す。

- 1) 光ファイバ：多成分ガラスファイバ  
コア径  $100\mu\text{m}$ , クラッド径  $150\mu\text{m}$ ,  
 $\text{NA}=0.28$
- 2) コリメータ：ロッドレンズ  $1.8\phi$   
挿入損失  $2.0\text{dB}$  以下、外形寸法第7図
- 3) E/Oコンバータ：LEDと光ファイバを結合  
印加電流  $160\text{mA}$ , 光出力  $80\mu\text{W}$ ,  
波長  $\lambda=0.88\mu\text{m}$



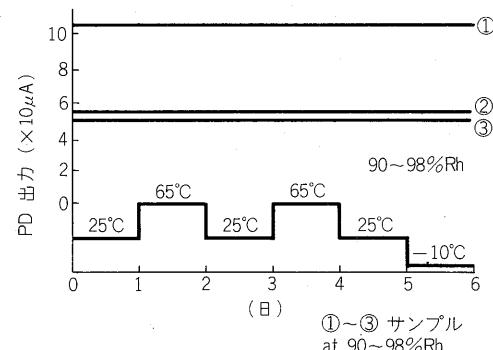
第7図 コリメータ  
Fig. 7. Collimator

- 4) O/Eコンバータ：PDと光ファイバを結合  
光电流感度  $0.30\text{A/W}$  以上  
暗电流  $10\text{nA}$  以下 ( $25^\circ\text{C}$ )

#### 4. 光センサの耐環境テスト結果

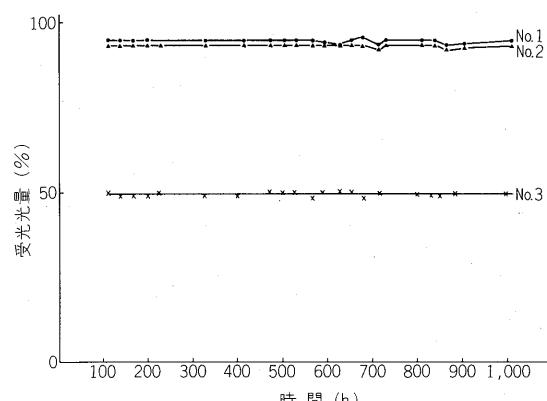
##### 1) 光センサの結露

試験の目的は周囲の温度が急に冷えたり、熱くなったりしたときに、コリメータのレンズに結露が起こり、光量ロスが起こらないかどうかを調べることである。そのため3組のコリメータ部を現場機器用ケース（カバー部はOリングシール、ケーブル口はニトリルゴム G 125 ブッシング）に入れ、高湿度（90～98% Rh）雰囲気の恒温槽に入れ、温度を  $25\sim65^\circ\text{C}$  の急熱・急冷サイクルを行った。



第8図 PD出力/温度変化  
Fig. 8. PD current/temperature change

結果は第8図に示すごとく、光量変化はほとんど起こらず、急冷・急熱にレンズ部に結露が生じていないことを示している。したがって、当現場形ケースを使う限り



第9図 屋外放置試験結果  
Fig. 9. Result of field test

光センサ部の結露は起こらないことがわかった。

## 2) カードリーダの屋外放置試験

実使用条件下での光学系について、経時的な安定性を検討するために屋外放置試験を行った。試験は約1,000時間現場機器を屋外に放置し、受光光量(O/E アンプ出力)を測定して経時変化を観測した。第9図にその結果を示す。図中 No.3 は対向するロッドレンズの光軸をずらして取り付けて、光軸ずれのある場合の影響を調べたものである。

この結果から各々の光量にはほとんど変化が見られず、光のオン・オフ信号を利用する場合には、実使用条件下でも全く問題が無いことがわかった。

## 5. 特長

石油出荷制御管理装置へ光応用技術を適用することによって、従来の電気式と比べて下記のような利点がある。

まず第一に防爆上の配慮が全く不要となり、より一層安全面での向上が図られた。また従来の電気式では爆発危険区域内での工事は防爆規定の工事施行を必要とするのに対し、この光方式では通常の非防爆工事で済むため経済性が優れている。

同時に電力ケーブル、雷などから誘導障害を全く受けないので、耐ノイズ性に優れている。したがってポンプ、モータなどの近辺での布設、動力線との平行布設が可能となり、工事上の煩雑さが軽減される。

また光ファイバは非常に細径であるので、各種センサが多い場合にはピット、ダクトの口径が小さくできるため工事上の経済的メリットがある。

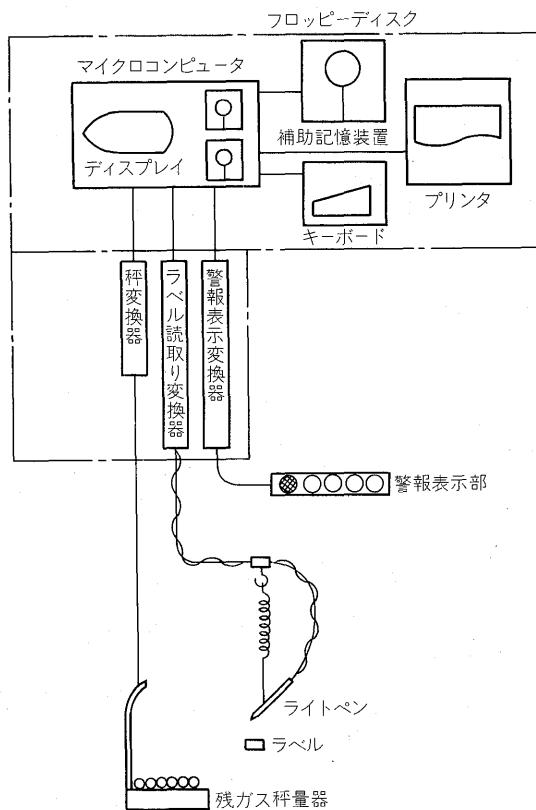
## III. LPG ボンベ充てん自動化管理装置

### 1. LPG 充てん計量システム

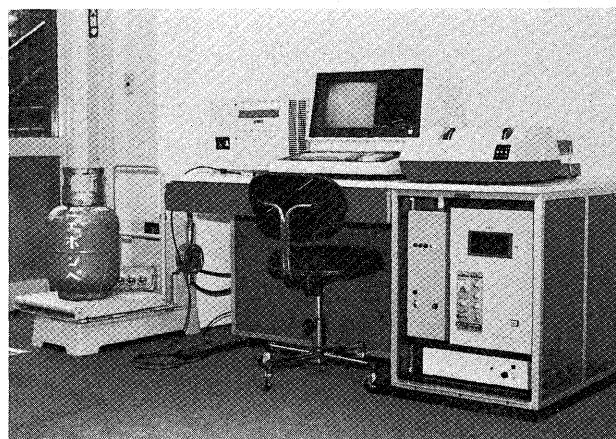
光計測制御システムの応用開発のもう一つに、光式バーコードリーダを使用した LPG ボンベ充てん自動化管理装置がある。

本装置は、家庭とか店舗などに使用されている LPG ボンベの充てん計量に関するものであるが、その主な機能は、LPG 充てん所における充てん量の管理と LPG ボンベそのものの(容器)の管理である。LPG ボンベは、高圧ガス取締法の対象となるため、充てんに当たっては、ボンベの耐圧期限(圧力容器としての有効期間)、ボンベの記号番号、容器の種類、充てんガスの種類などをボンベ1本ごとに管理する必要がある。1充てん所で30,000~50,000本程度管理するのが普通であり、データもかなり大量になる。

本装置は、上記の機能を実現するためボンベごとに整理番号を張り付け、ボンベ固有の上述のようなデータを整理番号に対応して記憶し、この整理番号と秤量値だけでデータ管理をするものである。この番号の読み取りには、



第 10 図 LPG ボンベ充てん自動化管理装置  
Fig. 10. LPG bomb control system



第 11 図 LPG ボンベ充てん自動化管理装置  
Fig. 11. LPG bomb control system

光方式バーコードリーダを使用するものである。装置構成を第10図に、外観を第11図に示す。

整理番号読み取り部分を光方式にすることにより、防爆性を保つとともに、現場から入力の読み込みは、この番号と秤量値だけでよいシステムとしたため、経済的なシステム構成が可能となった。

また本装置の主な機能、能力は次のとおりである。

### 1) システム保有能力

登録可能ボンベ数 最大 50,000 本

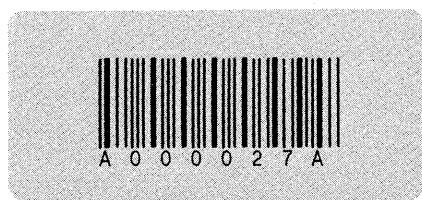
登録可能顧客数 最大 256

登録可能ボンベ種類	11種
登録可能ガス種類	3種
1日処理量	最大3,000本
帳票出力	4種
2) 主な機能	

- 残量計算及び耐圧期限チェック
- CRT画面によるファイル管理
- 充てん日誌、日計表などの帳票作成

## 2. バーコードリーダ

本システムにおいては、ボンベの整理番号をバーコード化してラベルに印刷し、それをライトペンで走査して光の強弱信号にし、光ファイバ中を伝送してデコーダで解読するようにしている。

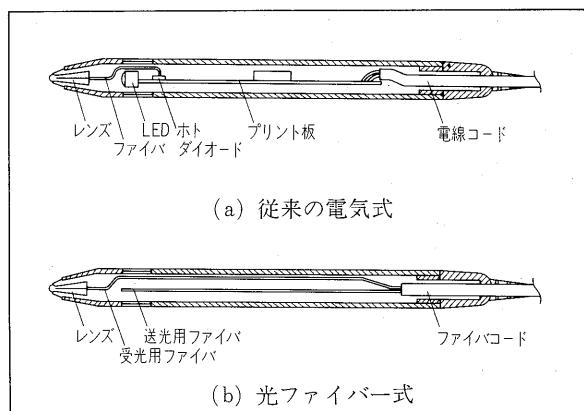


第12図 バーコードラベル  
Fig. 12. Barcode label

今回採用したバーコードは、NW-7という体系である。これは第12図に示すように、黒バー4本、白バー3本を一組とし、その太バーと細バーを論理値1、0に対応させ、7ビットで一つの数字を表すようにしている。

デコーダはマイクロプロセッサを内蔵し、光ファイバを伝送してきたバーコードの信号を解読する。読み取った番号はRS-232Cインターフェースでデータ処理装置に接続している。

ライトペンの構造を第13図に示す。従来の電気式ライトペンはLEDからの光をライトペン先端に集光し、バーパターンからの反射光をホトダイオードで受光する。今回開発した光ファイバ式ライトペンは、光源部・受光部を遠方の安全領域に設置し、ライトペンとの光の伝送に光ファイバを使うものである。



第13図 ライトペンの構造  
Fig. 13. Construction of light pen

バーコードラベルは最高6年間の屋外設置に耐えられるように考慮して、ポリプロピレンのベースとラミネートを使用している。低温試験・高温多湿試験・紫外線照射テスト・屋外曝露試験を行った結果、使用条件に十分耐えることがわかった。

## 3. 特長

LPGボンベ管理システムへ光ファイバを適用することによって下記のような利点がある。

ライトペンからの信号を光伝送しているので本質的に防爆である。また、ファイバの広帯域性のため信号を分解能良く長距離を伝送できる。

更にライトペン内に電子部品が無いため、動作温度範囲が広く取れ、悪環境下でのバーコード読み取りに適している。

## IV. あとがき

石油製品物流システムとしての石油出荷制御管理装置並びにLPGボンベ充てん自動化管理装置への光計測制御技術の応用の現状を述べた。基本的な開発はほぼ完了し、今後実用化研究に入る段階であるが、本段階に至るまでの(株)和興殿を始め関係各位の御協力に感謝し、併せてなお一層の御尽力をお願いしたい。



\*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。