

電力用 光計測 技術

金 永 洙* 金 觀 鎬**

(正 會 員)

韓國電氣研究所 電力電子研究部 電力通信研究室 研究員*, 室長**

I. 序 論

각종 電力設備用 監視制御시스템들은 최신의 일렉트로닉스 기술을 적극도입한 고신뢰성화, 소형화된 디지털시스템으로 발전되고 있다. 이러한 감시제어 시스템에서의 傳送媒體나 計測制御用 센서들은 주어진 환경하에서 제특성을 유지해야 되나 전력환경과 같은 곳에서는 高電壓 高電流 現象에 따른 제영향 때문에 신뢰성보장에 어려움이 있게 된다.

이에 따라 電氣環境에서 우수한 특성을 갖는 半導體 레이저·광파이버를 중핵으로 하는 光電子技術의 利用이 폭넓게 검토되었다.

光電子技術의 대표적인 광파이버는 무유도성, 고절연성, 방폭성등의 특징을 갖고 있기 때문에 發電所, 變電所, 送配電線등의 각종 각종 감시제에 장치에 다양하게 응용할 수 있어 이미 국내에서는 최초로 전력용 통신전송로로서 광통신 방식을 실현시키고 현재 계속 전력선에 광파이버를 복합하거나 취부시켜 電力用 通信網의 확장이나 건설비제고에 유연하게 대처하고 있으며 또한 傳送系와 연결된 전류 전압등의 각종 계측 감시정보의 고신뢰도 고효율 검출전송이나 차단기, 변류기, 전력변환장치등에도 응용을 고려하고 있다.

본고에서는 이와 같은 光電子技術이 電力事業에서 적극 활용하게 된 배경과 지금까지 發表提案된 電力用 光計測技術의 現況을 考案하고 장래 光計測技術의 動向을 서술하고자 한다.

II. 電力事業에 있어서의 光應用計測

각종 플랜트나 제조공정의 대규모화 복잡화에 따라 計測制御情報의 증대와 다양화가 진행되고 있다. 이에 따라 종래의 電氣케이블을 사용한 計測, 制御方式에는 한계가 있게 되어 雜音에 강한 高速 大容量의 光파이버 통신기술과 計測技術이 등장하고 있다. 여기서는 電

力事業分野에서 計測과 제어를 위한 信號源으로서의 情報센싱을 위한 光應用 計測技術에 대해 서술한다.

1. 光應用計測의 原理

종래에는 物理量의 信號化를 위한 변환부는 전기신호를 사용하여 왔으나 光應用裝置를 사용하여 光信號의 授受로 대체한 것이 光應用計測方式이다. 이에 따라 小電力防爆性이고 外部 電磁界 雜音에 강한 光파이버등을 이용한 센서본체나 전송계를 포함한 계측의 光시스템화를 이룩할 수 있어 性能과 信賴性 向上을 기대할 수 있다.

그림 1은 光센서구성의 原理를 보여준 것이다.

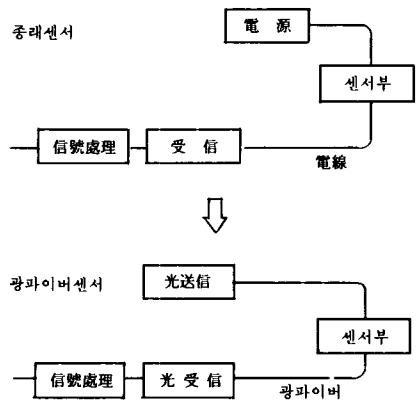


그림 1. 光應用센서의 原理

2. 光應用 計測 方式

計測의 정의는 事物을 量的으로 취급하기 위한 방법이나 수단을 고찰해서 그 결과를 이용하는 것이다.

일반적으로 대상물을 양적으로 취급하기 위해서는 여러번의 변환과정을 거치게 된다. 특히 測定量을 직

점 변환하기 위한 것을 센싱(sensing) 이라 하고 그 변환기를 센서(sensor)라 하며 또 대상물에서 필요한 情報를 받기 쉽도록 변환하게 되는데 이러한 에너지-전기신호 變換機器를 트랜스듀서(transducer)라 한다.

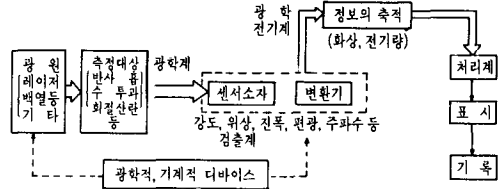


그림 2. 광계측 시스템 구성도

센서를 利用해서 목적으로 하는 계측시스템을 구성하는 기술을 光電子技術의 각종 효과를 응용하여 실현하는데 이러한 光學的 特性을 갖는 센서를 光센서라고 하며 시스템을 구성할 때 光計測시스템이라고 한다.

이러한 계측시스템은 레이저응용과 광파이버 응용계측시스템이 있게 된다.

(1) 레이저 應用計測

레이저를 應用하는 光計測은 가장 기본적인 것으로서 光應用 방법에 따라 다음 3 가지로 分類된다.

1) 光의 基本的 機能을 사용한 計測

레이저의 기본 기능에 의한 計測으로 光의 強度, 分布 色彩등의 基本的인 기능을 直接的으로 이용한 것으로

가장 넓은 活用範圍를 가지고 있다.

2) 光의 波動的 特性을 사용한 計測

레이저 光의 波動性을 사용한 計測방법으로 대상물이 光의 干涉이나 廻折에 의해 미치는 影響을 이용해서 다른 수단으로는 實現할 수 없는 計測機能을 실현하는 것이다.

3) 情報處理 機能이 添加된 計測

레이저 應用센서와 情報處理 등의 서로 다른 機能을 조합하여 綜合的으로 새로운 정보를 추출하는 것

표 1. 레이저 응용 계측 시스템 분류

大 分 類	光學特性	계측시스템 명칭	주 용 도
기본 기능으로서의 계측	光의 強度, 強도의 角度分布	• 照度計, 濃度計 • 濁度計 • 光澤度計, 表面狀態計測 • 기 타	環境計測制御 水質計測 物體表面의 品質管理制御 各種工業시스템
	光의 波長特性	• 色彩의 計測 • 分析計, 가스분석계 • 적외선 방사온도계	각종공업시스템, 環境制御, 航空宇宙會社, 公共시스템 기타
	光의 Beam 特性	• 各種光電리레이 • 基準線計測 초점위치검출 • 位置, 形狀의 計測, 근접센싱,	自動機械制御 土木建設機械制御 3次元形狀計測시스템
파동적 특성을 사용한 계측	空間的인 干涉性	• 干涉測長機 • 홀로그래피干涉平面形狀計測	工作機械, 機械加工, 組立등의 精密寸法計測 機械의 기초특성연구
	時間的인 干涉性	• 도플러速度計 • 도플러 流量計	각종공업 시스템 기류, 액체류등의 기초 특성연구
	電磁波 特性	• Pulse Echo 거리측정 • 변조위상차에 의한 거리측정	特殊用途, 土木建設, 測量 3 차원 프로파일계측
정보처리 기능이 첨가된 계측	光切斷法	• 各種 斷面形狀位置, 三次元形狀 認識시스템	各種工業시스템, 자동화기계 로봇(2 차원, 3 차원시각)
	三角測量法	• 三次元 形狀認識시스템 • 근접센싱	各種 工業시스템, 건설, 자동화기계 로봇(3 차원시각)
	Moiré縞	• 三次元 形狀認識시스템	각종 공업시스템
	二次元 光強度分布	• 一般形狀認識, 패턴인식 시각센싱시스템	각종 공업시스템, 자동화기계 로봇(일반시각시스템)
레이저光走査表面에서의 廻折	• 表面性狀計測, 表面傷檢査시스템 • 一般形狀, 패턴인식	각종 공업시스템, 자동화기계 로봇(시각센싱)	

이며 電子技術의 발전에 따라 注目을 받고 있는 計測 技術이다.

이상과 같은 계측방식을 표 1에 보였으며 기계계측, 자동화기계, 제어, 로봇관련 視覺생성 분야에 주로 많이 응용되고 있다.

(2) 光파이버 應用計測

1) 光파이버 센서

光파이버 센서는 光파이버, 레이저 다이오드, 광 검출기 등의 光素子가 급격히 발달했기 때문에 이것을 사용해서 종래의 光應用 計測의 결점이었던 비교적 대형인 복잡한 光學裝置의 도입을 적게하여 요구하는 機能을 얻을 수 있는 특징이 있다.

光파이버 센서사용은 광으로서의 機能이나 센싱방법이 레이저 應用 計測의 原理와 같이 크게 다를 바 없으나 光파이버 자체를 능동, 수동센서부품으로 사용하므로써 이것을 사용할 장소에 電氣界를 쓰지 않고도 이격된 지점에서 光을 송신하거나 수신하면서 전체적인 계측시스템 구성이 가능하다. 이러한 특징은 계측시스템의 구성시 seed면에서 우수한 특성을 발휘하게 된다.

2) 光파이버 센서의 基本 構成

現在 개발되고 있는 光파이버 센서는 그 기본 구성에 있어 그림 3에서 처럼 3가지로 分類된다.

傳送하는 것이다.

ii) 光學特性 素子를 사용한 센서

이 센서는 物理量에 의해 光學特性이 변화하는 素子를 계측점에 설치해서 送光, 受光을 光파이버로 행하는 것이다.

iii) 參照基準光을 사용한 센서

參照基準光을 사용한 센서는 情報處理機能을 갖는 레이저 센서와 같은 방식이며 計測對象과 相互作用하여 반사되어 온 光波와 參照基準 光波를 비교하는 방식이다.

이러한 形態의 센서는 光의 波動的 特性을 이용하는 센서가 많다.

i)의 센서는 용이하게 구성할 수 있고 ii)의 센서는 光파이버나 광학재료, 광학현상에 밀접하게 연관되어 보다 기능성이 높고 특징이 있는 센서 실현이 기대되는 분야이다.

3) 光파이버 센서의 原理

光파이버 센서의 原理는 표 2에서와 같이 光의 변조 원리에 따라 位相센서, 光強度센서, 偏光센서 등으로 分類할 수 있다.

位相센서는 주로 光파이버 또는 光學特性素子를 사용하여 외부에너지에 의해 기계적 변형굴절률 및 光速의 變化에 의해 생기는 位相 遷移效果를 이용한다.

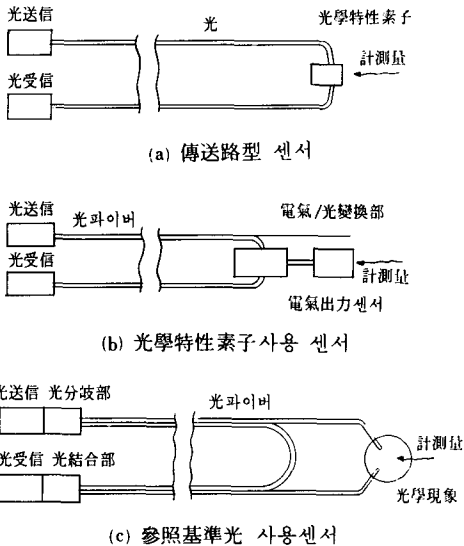


그림 3. 光파이버 센서의 방식

i) 傳送路形 센서

傳送路形 센서는 物理量에서 電氣量으로 변환하는데 센서의 信號를 光으로 변환한 후 光파이버를 사용하여

표 2. 광파이버 센서의 原理

計測物理量	光 變 調	光 學 現 象
電流 · 磁界	偏 位 光 相	파라데이 效果 干涉現象(磁氣歪)
電壓 · 電界	偏 位 光 相	Pockels 效果 干涉現象(電歪)
溫 度	光 強 度	遮蔽板에 의한 光路遮斷 半導體의 透過率變化 螢光放射
	光強度 · 스펙트럼	發熱體의 放射
	偏 光	複屈折變化
角 速 度	位 相	Sagnac 效果
速度 · 流速	周 波 數	도플러 효과
振 動 加 速 度 壓 力	光 強 度	마이크로 밴드 損失 遮蔽板에 의한 光路 차단 다이아 그램에 의한 반사 강도변화
	偏 光	光彈性 效果
	位 相	干涉現象
	周 波 數	도플러 효과

대부분 응용에 단일모드 광파이버와 coherent한 레이저 광이 사용되는데 위상의 직접적인測定이 어렵기 때문에 적당한 간섭계를 사용하는데 주로 Machzehnder, Sagnac, Fabry-Ferot 및 Michelson 干涉計를 응용하여 구성한다. 시스템 구성이 복잡한 단점이 있으나 感度は 높기 때문에 많이 응용되고 있다.

한편 光強度 센서는 외부 에너지에 따른 光의 強度 변화를 광파이버 傳送路 자체를 센서로 이용하므로測定이 용이하며 다중모드 광파이버와 LED의 사용이 가능하여 位相센서보다 장치구성에 있어서 유리하므로 다용도로 응용이 가능하나 位相센서보다 感度が 떨어진다.

偏光센서는 光의 성질이 電磁波인 점을 활용하여 외부 電磁場에 의한 透過光의 偏波面 回轉현상을 이용하는 것으로 구성방식이 간단하고 感도가 좋으며 應答速度가 빠르다.

이상과 같은 광파이버 센싱방식은 종래부터 개발되어 실용화된 광응용 계측과는 달리 새롭게 부각된 것으로 최근에 개발에 역점을 두고 있는 분야이다. 특히 각종 플랜트 시설중에서 電氣量의 高電壓下에서의 計測이나 電氣設備의 保全用의 計測의 必要性이 점차 증대하고 있고 따라서 高壓下나 높은 電磁環境性에서 유용할 수 있는 광파이버 센서의 장점이 두드러지고 있다.

3. 電氣事業에서의 必要性

최근들어 電力系統은 경제활동의 성장과 사회의 고도화에 따라 電力需要가 증대하여 電力設備의 高電壓化, 大容量化와 電力의 안정적 供給 및 효율적 이용을 점점 요구하고 있다.

특히 전기생산설비인 發電系統에서 부터 消費系統인 配電系統에 이르기 까지 系統運用을 위한 監視制御나 保護技術의 高度化와 또 電力機器의 保全을 위해서 狀態監視나 異常診斷을 행하기 위해 컴퓨터나 마이크로 프로세서를 응용한 디지털 신호처리 기술이 사용되고 있다.

그러나 전력환경은 이러한 디지털 방식의 시스템이 높은 신뢰도를 갖고 동작하는 데에는 시스템을 구성하는 계측용 센서나 전송로등에서 많은 문제점들이 존재하고 있다.

고전압이나 대전력 환경이 상시 존재하고 있으며 대전류나 고전압이 充電된 開閉器의 조작이나 고장시 생기는 각종 임펄스 전압전류 그리고 자연계의 기상 변화에 기인하는 雷서지등이 직접 경로를 통해서나 간접적인 정전 유도나 전자유도 등으로 제어장치에 영향

을 주게되는 환경이기 때문이다.

이러한 환경내에서 디지털 시스템들을 보호하기 위하여 중앙처리장치 등이 危害現場과 이격되어 설치되는 遠隔制御 방식이 적용되고 있으나 센서단말이나 전송하는 傳送媒體는 전력설비와 근접된 장소에 설치되기 마련이다.

이러한 조건에서 대부분 신호처리의 기본이 디지털 신호를 송수신해야 하므로 가능하면 計測制御 시스템의 보호나 정밀성을 유지하기 위해서 잡음이 포함되지 않는 시스템 구성기술이 필요하게 된다.

이같은 환경내에서의 光電子 기술의 적용은 유도잡음이나 서지 및 절연에 강한 시스템 구성기술이 가장 적절한 것이라 할 수 있다.

그림4는 이러한 光電子 기술이 전력분야에 적용되고 있거나 검토되고 있는 현황을 보인 것이며 표3은 電力用 光計測 技術의 특징을 열거한 것이다.

현재 電力用 光電子技術의 적용 실적중에서 가장 활발히 실용화 되고 있는 것은 光通信 분야이며 기존 送電線등의 고압 전력선에 無誘導나 絶緣性의 특성을 살려 직접 삽입하거나 감는 방식으로 기간 通信網을 대체하고 있으며 일부 전력현장 구내등에 아나로그 통신 케이블 대신 광케이블을 이용하여 필요 계측단말의 광데이터 링크등은 실용화 되고 있다.

그러나 통신용 수동소자로서 발전된 광파이버의 활용범위는 광학소자의 결합이나 그 자체로서 능동형부

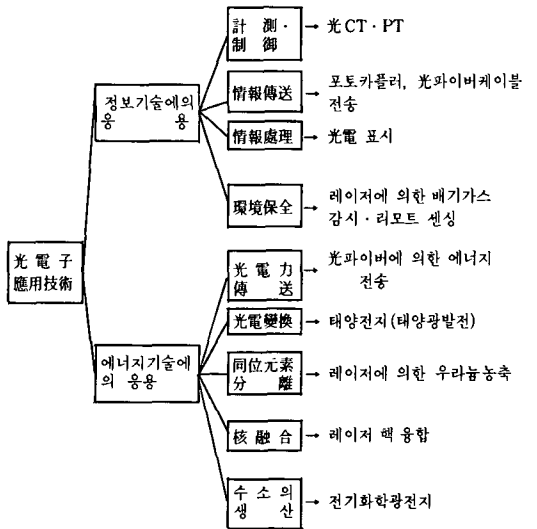


그림 4. 電力用 光電子 應用技術 分野

표 3. 電力用 光計測 技術의 特徵

광 전 송	광파이버센서	전력계에서 이점
<ul style="list-style-type: none"> • 광대역 (고속, 대용량) • 低損失 • 漏泄이 없음 • 電磁誘導障害 없음 • 輕量 • 絶緣性 • 省資源 	<ul style="list-style-type: none"> • 驅動電源不要 • 耐電壓性 • 耐電磁誘導 • 耐서지 • 防爆性 • 小形, 輕量 	<ul style="list-style-type: none"> • 耐서지 對策 • 耐電磁誘導對策 • 耐電氣誘導對策 • 耐靜電誘導對策 • 耐絶緣性 • 檢出部 電源不要 • 電力機器内部 狹小 場所에 利用可能 • 高信賴度化 • 多種計測데이터 광역순시 전송

품으로의 활용이 가능하여 종래의 電氣信號 變成器와 전송로를 일치화시킬 수 있으므로 통신용 이외에 광계측 분야로써 이용될 수 있다. 이러한 전력용 광계측 분야로써

- i) 광의 直接強度 變換 方式에 의한 송전선의 고장구간 판정장치
- ii) Pockels효과, Faraday 효과를 이용한 전압전류 측정용 광 CT, PT
- iii) 광의 遮斷, 反射에 의한 풍향, 풍속 등의 기상 관측

- iv) 광의 吸收, 散亂에 의한 대기환경 감시
- v) 광의 반사 및 유무에 의한 OF케이블의 유량검출
- vi) 영상(image) 광파이버에 의한 화력발전소 로내 감시
- vii) 광신호에 의한 사이리스터 直接 點弧 方式 등 분야에 외국에서는 이미 연구개발 시험이 진행중이다.

표 4에 연구 개발중인 광계측 분야의 현황을 나타내었다.

III. 電力用 光計測技術 適用現況

1. 變電所에의 應用

(1) 光CT, PT에의 應用

光CT, PT는 電界 및 磁界와 光과의 相互作用을 이용하여 變電所의 母線 및 送電線의 電流, 電壓을 測定하는 것을 목적으로 하고 있으며 光技術의 特性上 주파수 특성, 耐雜音性이 뛰어나다. 光CT는 Faraday 效果를 이용한 것이기 때문에 glass등의 物質의 중앙에 直線偏光波가 통하고 있을 때 외부의 磁界에 의하여 偏光面이 回轉하는 현상을 이용 전류를 측정한다.

光CT의 구성은 그림 5에서 보는 바와 같이 偏光子, Faraday素子, 檢光子로 이루어지며 導體를 貫通하는

표 4. 電力用 光計測技術 現況

原 理	測定對象	風	風	溫	大	製	雷	光	光	光	O	變	火	構
		向	速	度	氣	雷	波	C	P	P	F	壓	力	內
					環	檢	形	T	T	C	油	溫	爐	侵
					境	知	觀			T	檢	器	發	入
					監		測				出	度	內	監
					視							內	電	視
												測	監	
												定	所	
													視	
광 파 이 버 센 서	Pockels 효과													
	Kerr 효과							(△					
	파라데이 효과							△						
	屈折率變化			△				△	△					
	Image 파이버													
광 응 용 계 측 디 바 이 스	光의 遮斷	◎	◎			◎						◎		
	光의 反射		◎								◎		◎	◎
	光의 透化率變化			○								○		◎
	光反射率 散亂				◎									
	Pockels 효과						((△				
	Kerr 효과								△					
	파라데이 효과							(△				
	Electro gyration 효과									△				

(◎: 實用中, ○: 實用化 試驗中, △: 研究開發中)

電流에서 발생하는 磁界에 의하여 偏光面의 回轉을 檢光子의 出力強度에 의하여 檢출한다.

검출된 신호를 電氣的 처리를 함으로써 電流值를 測定할 수 있다.

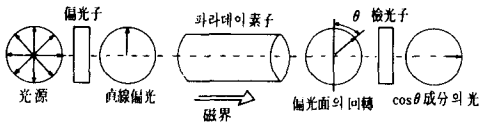


그림 5. 光 CT의 構成

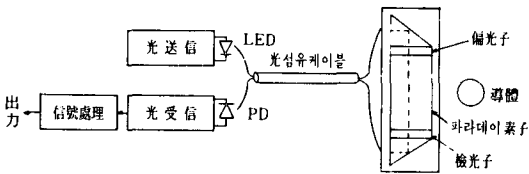


그림 6. 光 PT의 構成

光 PT는 Pockels 效果를 利用한 것으로 그림 7에서 보는 바와 같이 Pockels素子 兩端의 電位差에 의하여 圓偏光 또는 直線偏光된 光이 타원형이 되는 것을 利用한 것이다. 光 PT의 구성은 그림 8과 같이 構成되어 電壓에 의하여 타원편광된 光은 1/4波長板이 개입된 檢光子에서 光強度가 變換되며 電氣的 처리에 의하여 電壓을 檢출할 수 있다.

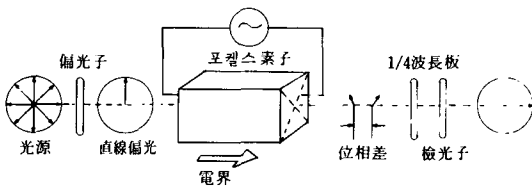


그림 7. 光 PT의 原理

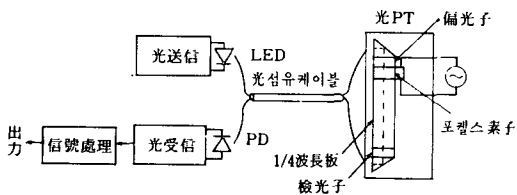


그림 8. 光 PT의 構成

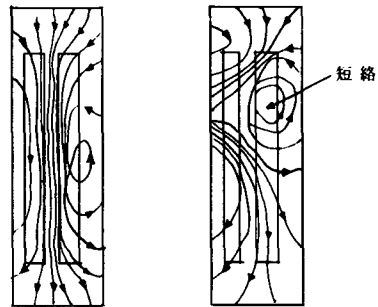
(2) 變壓器의 異常檢出

1) 變壓器의 部分放電 監視시스템

이 시스템은 變壓器 内部에서 발생하는 部分放電을 電流의 變化 및 放電에 따른 音響波에 의하여 檢출하여, 光 펄스화 된 신호를 光파이버를 통해 중앙제어실로 전송처리한다.

2) 變壓器의 内部短絡 檢出

變壓器 内部에 局部短絡이 發生하면 그림 9에서 보는 바와 같이 누설자속의 分布와 磁束量의 變化가 發生한다. 이 變化량은 低電壓 變壓器의 경우 서치코일이나 홀소자로 檢출가능 하지만 高壓變壓器의 경우는 여기에 센서를 직접 접속할 수가 없다. 이와 같은 경우는 光파이버 磁界센서를 변압기 内部에 설치하여 간단하게 磁束分布를 測定하는 것이 가능하다.



(a) 正常時 (b) 故障時

그림 9. 내부단락시의 변압기 자속분포

2. 發電所에의 應用

(1) 光파이버 應用 風向·風束 計測 시스템

본 시스템은 光風向·風束計, 光파이버 케이블, 送受信裝置, 記錄計 및 指示計로 構成되어 있으며 발전소 상공의 기상관측용으로 사용된다.

送受信裝置 内の LD에서 발신된 光은 光파이버를 통해 光風向, 風束計 內에서 風向, 風束에 대응된 光信號로 變換되어 다시 光파이버를 통해 送受信裝置 內的 PIN-PD에서 電氣信號로 變換된다.

送受信裝置 內에서는 이 電氣信號를 積算 및 演算 處理하여 記錄計, 指示計 出力 및 telemeter 出力으로 쓰인다.

風向, 風束計는 그림 10과 같은 구조로 되어 있으며 光커넥터, 風束檢出部, 風向檢出部로 構成되어 있다.

(2) 妒內燃燒狀態 觀察·監視

火力發電所에서는 torch의 差火狀態나 妒內 全體의

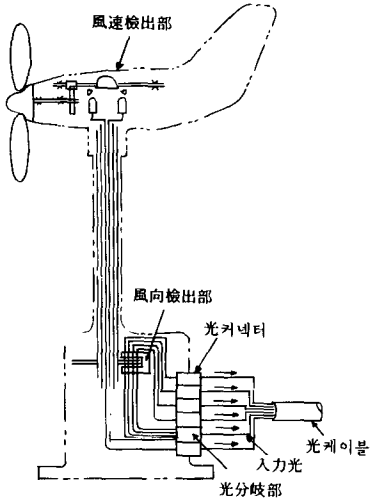


그림 10. 광파이버 응용 풍속·풍향계의 구성

연소상태의 감시에 ITV 카메라를 로빅에 설치하여 내열 창을 통하여 直視하는 방식을 사용하고 있다. 이러한 방식은 카메라를 耐壓防爆케이스로 보호하고 물이나 냉각공기로 냉각시켜야 한다. 또 카메라가 로빅의 근 거리에 위치하고 있기 때문에 보일러에 열, 진동 등의 영향을 받아 고장이 자주 일어난다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 그림 11처럼 이미지(image) 파이버 방식의 로내연소 감시방식이 개발되고 있다.

로빅에는 이미지 파이버의 撮像部가 들어있는 구멍(직경 약 20mm)을 설치하고 ITV 카메라는 로빅에서 충분히 떨어진 장소에 설치한다. 따라서 냉각은 이미지 파이버만 필요하기 때문에 소량의 공기로도 가능하고 카메라가 열, 진동, 오손 등의 영향을 받지 않고 냉각도 필요치 않으므로 信賴性이 向上되고 구조도 간단하여 保守作業이 容易해진다.

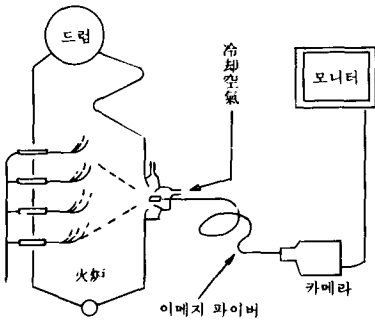


그림 11. 이미지 파이버 방식

(3) 靜電氣計測

石油 등의 可燃性 液體는 靜電氣가 帶電되기 쉽다. 이러한 靜電氣는 화재의 원인이 될 수 있으므로 정전기를 상시 감시하여 화재를 미연에 방지하는 것이 필요하다.

광파이버 電壓센서는 센서부에 에너지원을 갖고 있지 않으므로 가연성 물질의 靜電氣 計測에 적합하다. 그림 12는 광파이버 電壓센서를 이용한 直流高電壓 檢出 裝置를 帶電된 액면에 접속시켜 정전기 검출을 행하는 그림이다.

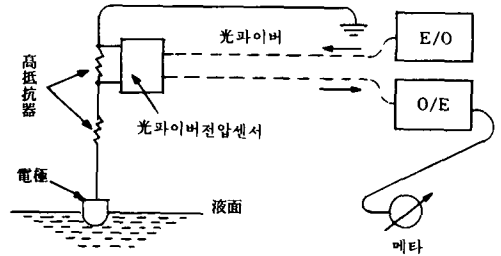


그림 12. 液面電位 測定方法

3. 送電線의 應用

(1) 雷觀測

1) 서지波形計測 시스템

Rise time이 수 μs 의 서지파형(전압 또는 전류)을 測定하기 위하여 光파이버의 절연, 무유도의 特徵을 이용한 計測시스템이 研究 實用化 되고 있다. 서지전압(또는 전류)波形은 分壓器(또는 分流器)에 의해 LED에 전류를 흘려서 발광시킨 光強度를 光파이버를 사용하여 測定器까지 전송한다. 수신부에서는 이미 기억된 컴퓨터에서 波形에 관련된 data처리(파고치, 파두장, 파미장)가 행해진다. 이 기술을 사용하여 각종 電氣機器나 電線케이블의 각종 시험이 행해지고 있다.

2) 雷波形觀測 시스템

본 시스템은 기능에 따라 檢出部, 光傳送路, 觀測處理部로 분류된다. 검출부는 雷檢出用 CT와 E/O변환기로 구성되며, E/O변환기는 LED와 光合波器로 구성된다. 검출부의 기능은 雷擊電流를 CT에 의해 檢出하여, 雷는 극성을 갖고 있으므로 CT에 2次側に 역병렬로 접속하여 발광광장이 다른 LED로 변환하여 光파이버 合波器를 경유하여 OPGW의 1심에 실어서 전송한다. 전송로는 OPGW에 들어있는 光파이버 케이블로 구성되고, 관측처리부에서는 光分波器에 의해 각 파형에 대응하여 분리되어 Ge-APD에 의해 正負의 전

기신호로 변환되고 증폭후 A/D 변환되어 디지털 메모리에 저장된다. 기록이 종료되면 미니컴퓨터에 전송되어져 자동적으로 해석이 시작된다.

(2) 送電線 事故點 標定 시스템

그림13은 본 시스템의 구성도로서 양단 變電所에서 地絡事故에 의한 서지 電壓波形을 光應用 전압센서로 검출하여 그 서지波가 양단의 변전소에 도달하는 時間差를 計測하여 送電線路의 事故點 位置를 標定한다.

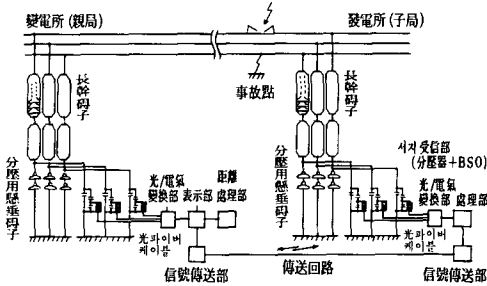


그림13. 송전선 사고점 표정시스템

BSO 센서부에서는 光信號를 E/O 변환후 그 偏向角에 의하여 信號電壓을 檢出하고 이에 比例하는 直流電壓이 出力된다.

이 信號에서 60Hz의 교류성분을 高역통과필터에 의해 제거하고 난후 고속 A/D 변환하여 메모리에 저장한다.

波形데이터의 기록은 센서부의 어느 편에서 트리거 레벨을 초월할 경우 트리거 유닛에 의해 기동되도록 되어있다.

메모지에 기록된 波形 데이터는 마이크로 컴퓨터에 의해 read 되고 해석된다.

상대측 변전소의 파형 데이터는 별도로 설치된 마이크로와 회선의 음성채널을 이용하여 입력되고 서지波의 到着時間差를 산출하여 거리로 환산된다.

(3) OF케이블 油量檢出裝置

그림14는 光센싱 技術을 應用한 油量檢出裝置로써 센서 헤드부의 글래스와 기름과의 屈折率差에 의한 反射光量의 變化를 檢出하여 光파이버가 기름중에 있는 경우는 光파이버 素子를 통해 光이 外部로 발산하고 光파이버가 공기중에 있을 경우에는 光파이버 素子를 통해 光이 外部로 발산하지 않는 것을 이용하고 있다. 이 방식을 이용하면 電力케이블에서의 유도가 없을 뿐만 아니라 센서부를 油面計내에 부착할 수 있고 油面計내

의 기름을 나가고 들어가게 하여 간단히 警報점검이 행해진다. 센서부에 기동부분, 접촉부분이 없으므로 기계적으로 안정하고, 현장 보수작업이 용이하게 행해진다.

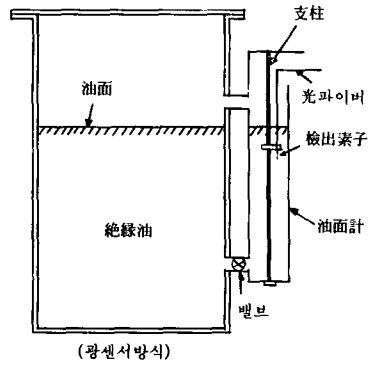


그림14. 광응용 유면 검출장치

4. 配電系統에의 應用

配電系統에의 光技術의 應用은 개발단계에 있는 事故區間 檢出 및 設備의 監視에 光센서를 이용하는 것이 검토되어 일부 試作·試驗이 進行되고 있다.

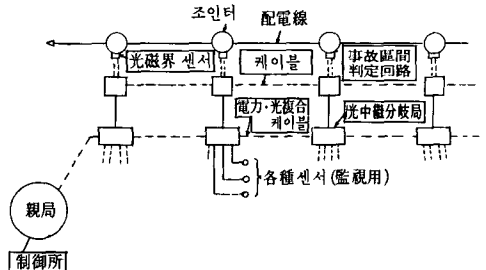


그림15. 광기술을 응용한 사고구간 검출 및 설비감시 시스템

그중에서 電壓·電流 測定用 BSO 및 BGO 결정등이 가지는 Pockels效果와 Faraday 效果를 이용한 光파이버 電壓·電流센서가 최근 실용단계까지 와있다.

電壓測定의 경우 센서부에 인가하는 電壓을 콘덴서 分壓에 의해 얻게되며 電流測定의 경우 電流에 비례하는 磁界를 센서부에 가하여 電流와 光과의 상호작용에 의해 電流를 測定하게 된다.

IV. 光計測技術의 將來動向

광파이버 이용 기술로 대표되는 光計測 시스템에서 光

파이버센서는 光이 갖고 있는 無誘導性, 絶緣性, 安全防爆性 등의 특징을 가지고 계측계를 구성할 수 있으며 또 전자기술과의 적합성에도 우수하다. 그래서 장래 光 A/D 변환, 空間 並列處理 機能 등을 갖고 있는 光情報蓄積(光메모리), 光에너지傳送, 光액튜에이터 기술의 연구개발에 따라 光計測, 光傳送技術을 포함한 全光計測制御시스템이 실현될 것으로 기대된다. 여기서는 이러한 광계측 기술의 발전을 예상하고 있는 분야에 대해 언급하고자 한다.

1. 광디바이스의 동향

광응용 계측계를 구축하기 위한 디바이스는 半導體와 같이 점차 集積化에 관심이 집중되고 있다. 시스템의 高機能化, 高信賴化, 經濟化의 要求가 높아지고 있기 때문이다.

현재 활발히 연구 진행중인 發光受光素子에는 GaAs 나 InP와 같은 화합물 반도체를 사용하므로서 같은 기관을 쓰는 HEMT(high electron mobility transistor) 등의 고속동작 가능 트랜지스터와의 집적화도 가능하다. 이미 光파이버 센서중 주목되고 있는 광파이버 자이로에 광집적회로를 사용한 光學系 構成의 광파이버 자이로가 보고되고 있다.

2. 分布計測시스템

광파이버에 따라 多數의 센서를 배치하는 방법이나 광파이버 자체를 溫度나 壓力에 대한 分布型센서로 하는 방법은 情報傳送路로서 광파이버 특성을 가장 유효하게 이용하면서 센서를 구성하는 방법으로서 최근에 연구가 활발해지고 있다.

여기에는 통상의 石英系 光파이버중에서 後方 라이만 散亂光을 光펄스시험기인 OTDR로서 측정하여 지금까지 통상 불가능했던 광파이버에서도 高感度 溫度센서가 실현 가능할 것으로 기대된다.

분포형센서로서 이의 形狀記憶合金에 의해 光파이버에의 마이크로벤드를 발생시켜 光펄스 시험기로 過溫度의 발생시각과 위치등을 원격지점에 의해 무전원 검지하는 방법등도 제안되고 있다.

이같은 방식은 광파이버를 센서 傳送路로 이용하여 센서부의 무전원화 無發火化가 가능하여 원격에서 복수의 센서부를 몰래 개별 계측할 수 있게 된다.

앞으로 이와 같은 分布系의 計測技術의 必要性도 높아질 것으로 예상된다.

3. 光應用 計測制御시스템

앞에서 서술되어 왔던 光應用計測은 종래의 計測에

서 볼 수 없었던 특징이 있으며 계측계로서 디바이스가 發光 수광소자와 전자소자와의 集積化, 이것과 센서소자와 光導波路와의 複合化, 더욱 이러한 것을 유기적으로 결합시켜 소형화된 고성능 계측시스템 구성이 기대되고 있다.

향후 전력분야에서도 이러한 光計測技術은 光액튜에이터 기술과 함께 더욱 확장 응용되고 디지털 전자기술과 결합된 종합 전력용 광계측시스템이 실현될 것이다.

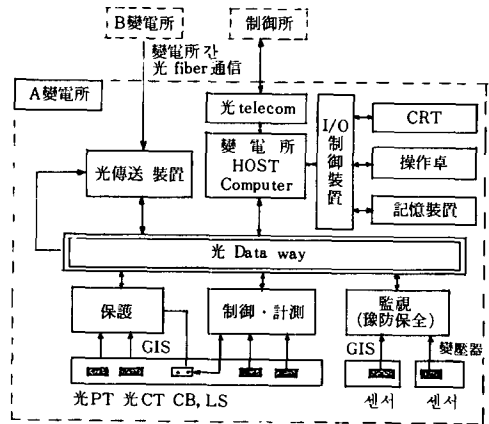


그림16. 光綜合 計測制御 變電所

V. 結 言

본고에서는 光電子技術을 사용하는 시스템중 光計測 技術分野가 電力環境에서 왜 필요한가 또 어떻게 적용되고 있는가에 대해서 개괄적으로 서술하였다.

각종 플랜트에서의 計測制御는 이제 필수적인 요소 기술로서 등장하였으며 각종 위해환경이 존재하는 곳에서 정밀한 信號나 情報를 검출전송하기 위해 특별한 플랜트 특성에 따른 방식이 필요하게 되었다. 특히 電力環境은 각종 위해 요소를 포함하고 있기 때문에 이러한 현상에 대응하는 계측방식에 光電子技術의 適用이 더욱 부각되고 있는 실정이다.

電力에너지를 생산수송하는 전력회사뿐만 아니라 이용하는 분야에 까지 폭넓게 파급할 수 있기 때문에 기술 개발의 필요성이 시급하다고 판단되고 있으며 또한 그 적용대상의 중요성으로 보아 점진적인 현장시험등을 통해 신뢰성 있는 시스템 구성이 바람직하다.

장래 종합 계측제어 시스템화로 향한 광디바이스 기술 분야나 計測方式의 研究도 국내에서의 활성화를 기대하고자 한다.

參 考 文 獻

- [1] 上之蘭博, “光ファイバ通信・計測技術”, 電氣書院, 1986. 9.
- [2] 金長漢, 金永洙, “電力系通에서의 光電子技術 適用” The Journal of KERI, vol. 1, no. 1, June 1986.
- [3] 金堯喜의, “電力用 光計測 시스템 開發研究”, 科學技術處 研究報告書, 1987. 5.
- [4] 山下, 他, “光學式 磁束計による電力用 變壓器の内短絡檢出への應用”, 日本應用磁界學會誌, vol. 7, no. 2, 1981.
- [5] 小谷, “光技術應用氣象觀測システム”, 電氣現場技術, vol. 22, no. 257, 1983.
- [6] 西川, “光フアケバを用いた炉内監視裝置の開發”, 電氣現場技術, 1983.
- [7] 辻, 他, “光を使った電氣量 測定器”, 電氣計算, vol. 53, no. 9, 1983.
- [8] 井原, 他, “送電線雷擊電流無人觀測システム”, 電氣學會情報處理研究會, 1979.
- [9] 井原, 他, “光複合架空地線を應用した光通信システム”, 住友電氣, 第124號, 1984.
- [10] 氏原, 他, “BSOセンサを利用したフォルトロケータ用サージ受信裝置の實証試驗”, 電氣學會全國大會, 1985.
- [11] 河村達雄外, “計測制御への光の應用”, 電氣學會雜誌, 97卷11號, 1977. 11.
- [12] T.G. Gialorenzi, et al., “Optical fiber sensor technology”, *IEEE J. Quantum Electronics*, vol. 18, no. 4, 1984.
- [13] Ivan P. Kaminow, “Polarization in optical fibers”, *IEEE J. Quantum Electronics*, vol. 17, no. 1, Jan. 1981.
- [14] E. Nakamura, et al., “Development of fault section detecting system for gas insulated transmission lines”, presented at the IEEE/PES 1985 Summer Meeting, Vancouver, B.C., Canada, July 14-19, IEEE Product no. 855M-305-8.
- [15] K. Kyuma, et al., “Fiber optic measuring system for electric current by using a magnetoptic sensor”, *IEEE J. of Quantum Electronics*, vol. QE-18, no. 10, 1982.
- [16] D.C. Erickson, “The use of fiber optics for communication measurement and control within high voltage substations”, *IEEE Trans. on PAS*, vol. PAS-99, no. 9, 1980. *

◆ 用 語 解 説 ◆

Crest factor

파형의 최대값과 실효값의 비. 사인파의 파고율은 $\sqrt{2} = 1.414$ 이다.

DC-DC Converter

직류 전압을 변압하는 장치. 전자 회로적으로는 직류를 교류로 변환하고, 변압기로 변압한 것을 다시 정류하여 직류를 얻는 방식이나, 초퍼로 직류를 단속하여 평균화하는 방법(이 경우에는 강압만) 등이 있다.

Distortion

(1) 바람직하지 않은 파형의 변화. 잡음 또는 변조나 검파 등의 결과로 생기는 필요한 파형의 변화는 보통 왜곡에 포함시키지 않는다.

(2) 메시지 x 를 수신단에서 y 로 수신할 때 x 와 y 의 차이를 적당한 거리척도 $d(x, y)$ 를 사용, 정량화한 것. 이 평균값 $D = E(d(x, y))$ 를 평균 왜곡이라 한다.