

광센서용 멀티채널 광커넥터의 구현

오상기*, 박양하, 김요희
한국전기연구원

An implementation of multi-channel optical connector for optical sensor

Sang Ki Oh, Yang Ha Park, Yo Hee Kim
KERI

Abstract - 최근 전력 및 산업기기의 전기량, 물리량 등을 측정하기 위한 광계측 시스템에 사용되는 광커넥터는 산업 현장의 환경적인 제약 조건을 만족할 수 있는 새로운 구조의 다심 광커넥터가 요구되고 있다.

본 논문에서는 이러한 것을 배경으로 하여 전력설비의 절연 내력 등을 향상시킬 목적으로 기기 내부에 충전한 가스 및 절연유 등의 누설을 방지하고, 낮은 손실로 광계측 신호들을 동시에 전달 및 단락시킬 수 있는 광전압·전류 계측용 멀티채널 광커넥터를 제안하고, 시제품의 제작 및 특성시험의 결과에 대해서 기술하였다.

의 리셉터클 측의 페룰을 유연하게 받아들일 수 있도록 구성하였다. 그리고 정확한 광축의 정렬을 위해서 스프링을 설치하여 광신호의 전송손실을 최소화시켰다.

현장 설치 환경에서 광커넥터의 플러그가 결합용 너트의 반대방향 진동에 의해서 가스 밀폐형 멀티채널 광커넥터의 비결합 및 느슨해짐을 막기 위한 스프링과 볼을 구비하여 역회전을 방지하였다. 그리고 열악한 주위 환경에서 수분과 먼지의 침입을 방지할 수 있는 구조와 절연체에 의한 다수의 광케이블을 정렬로 인해 장시간 사용시 전송 특성 열화를 줄일 수 있는 구조로 제작하였다.

1. 서 론

최근 광통신 기술의 발전에 따라 데이터 전송의 대용량화 및 초고속화가 요구되어 다심 광케이블이 사용되고 있다. 이러한 다심 광케이블의 접속 수단으로 현장 적용의 유연성과 광케이블의 접속시간 등의 측면에서 유리하기 때문에 일본에서는 MU(Miniature Unit) 및 MT(Mechanically Transferable)형의 광커넥터, 미국에서는 MAC(Multifiber Array Connector)과 같은 멀티채널 광커넥터가 제안되고 있다. 그리고 미국 특허(USP.4,140,367)의 멀티채널 광커넥터는 RF 장애가 예상되는 고신뢰도 데이터 전송시스템과 고도의 보안이 요구되는 군사용 통신시스템에서 다심의 광케이블의 접속 및 분리에 사용하기 위해 제안된 것으로 주위 환경에 대한 밀폐 수단을 강구하고 있다.

일반적으로 이상과 같은 데이터 통신용 멀티채널 광커넥터는 주위 환경의 오염 물질과 습기 등에 의한 광커넥터의 불량 을 방지하기 위한 밀폐 수단으로 플라스틱 및 합성 고무 등을 채용하고 있기 때문에 산업 및 전력 기기를 대상으로 하는 광계측 분야에서 광신호의 접속 및 단락용으로 적용하기에는 많은 환경적 제약 조약에 대한 문제점이 따르게 된다. 따라서 산업 현장에 광계측 시스템을 효과적으로 적용하기 위해서는 전력기기의 절연 내력 등을 높이기 위해 충전한 가스 및 절연유의 누설을 방지하고, 낮은 손실로 광신호들을 동시에 전달시키거나 단락시킬 수 있는 새로운 구조의 가스 밀폐형 멀티채널 광커넥터의 개발이 필수적이다.

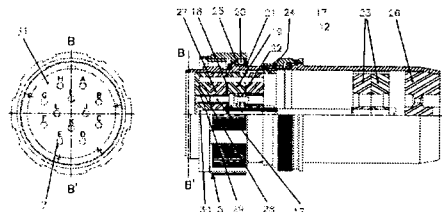
본 논문에서는 이러한 것을 배경으로 하여 배전자동화용 개폐기 내부의 3상 전압 및 전류를 광계측 시스템으로 측정하기 위해 가스 밀폐형 멀티채널 광커넥터를 구현하였다. 그리고 성능을 확인하기 위해 전송 특성 시험 및 가스 누설 시험에서 향후 현장 적용이 가능한 만족할 만한 결과를 얻었다.

2. 본 론

2.1 광커넥터의 설계 및 제작

2.1.1 플러그의 구조

광계측 신호를 효율적으로 전송하기 위한 멀티채널 광커넥터의 플러그는 그림 1과 같이 플러그 측의 질리코늄 페룰과 광축의 정렬 수단인 슬리브가 구비되어 12개

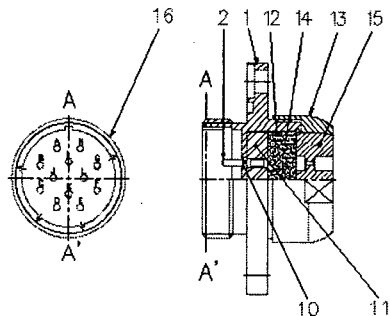


5:플러그 몸체, 7:슬리브, 17:패물, 18:밀폐 기구, 19:절연체, 20:ball, 22:패물 보호용 스프링, 23:절연체, 25:완충용 스프링, 26:그로밋, 28:절연체, 29:슬리브, 31:플러그 전면

그림 1. 광커넥터의 플러그 구성도

2.1.2 리셉터클의 구조

SF6와 같은 가스가 충전된 전력기기에서 광센서를 이용해 전압 및 전류를 계측하기 위한 가스 밀폐형 광커넥터의 리셉터클 단면도는 그림 2와 같다.



1:리셉터클 셸, 2:패물, 10:O 링, 11:고무 절연체, 12:고정용 너트, 13:고정용 크랭크, 14:에폭시, 15:그로밋, 16:리셉터클 단면

그림 2. 광커넥터의 리셉터클 구성도

개폐기 내부의 3상 전압 및 전류를 계측하기 위한 다수의 광케이블을 수용하기 위한 12개의 페룰과 가스 누설을 방지하기 위한 수단인 O링이 스테인리스 셸에 조립되고, 2차적인 밀폐 수단으로 진공 오일과 고무 절연체를 삽입하여 페룰에 균등한 압력을 가하기 위해 인서트 링으로 밀착시켜서 가스 누설을 방지한다. 그리고 주

위 환경의 온도차에 의해 이질 금속의 개면 특성 변화에 대해서도 가스가 누설되지 않도록 예폭시 성형 수지를 진공상태에서 경화시켜 3차적인 가스 밀폐 수단을 강구하였다.

광케이블이 리셉터클의 조립 설치 시에 장력 및 굽힘 등으로 인한 파손을 보호하기 위해서 탄력성이 좋은 그로밋을 설치하여 고정용 크램프로 고정하여 전체적인 리셉터클을 조립하였다.

2.1.3 시제품의 구성

배전자동화 개폐기는 일정한 가스압 이하가 될 경우 폭발 등의 위험이 있기 때문에 적정의 가스압(1.2 기압)을 유지하는 것은 절대적이다. 이러한 환경에서 광전압 및 전류 센서를 개폐기 내부에 설치하여 광신호를 전송하기 위해서는 가스를 밀폐할 수 있는 특수한 광커넥터가 필요하게 된다.

그림 3은 본 연구에서 개발한 가스 밀폐형 멀티채널 광커넥터로서 5기압 정도의 가스압에서 동작에 지장이 없고, 광신호 전송손실이 1dB 이하가 되도록 설계 제작하였다. 그리고 3상 전압 및 전류의 광계측 신호를 효율적으로 전송하기 위해서 12 채널 동시에 인터페이스가 가능한 구조로 하였다.

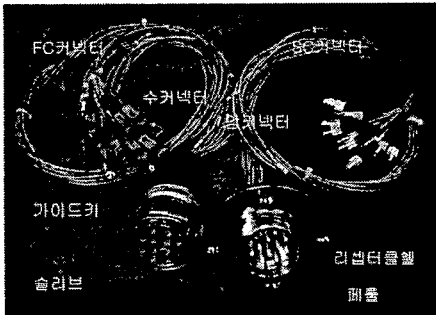


그림 3. 멀티채널 광커넥터의 구성 사진

2.2 특성 시험

2.2.1 가스 누설 시험

가스 누설 시험은 온도 변화에 대한 특성 열화 등을 고려하여야 하기 때문에 제작한 광커넥터를 항온조에 넣어 -30℃ 및 50℃에서 각각 3시간씩 3회의 온도 사이클을 거친 후, 5기압의 가스를 충전한 가스 누설 측정용 베드에서 그림 4와 같은 시험기를 사용하여 특성시험을 실시하였다.

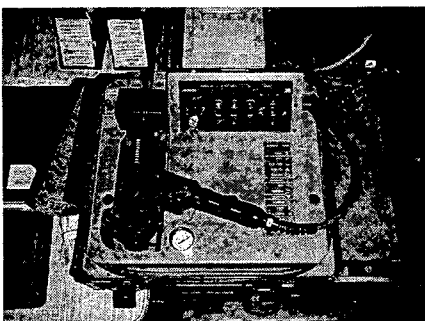


그림 4. 가스 누설 시험기의 사진

특성시험 결과 1시간 동안에 누설되는 가스의 농도는 0이었으며, 장시간(24시간) 시험에서는 가스가 누설 농도가 0.006 ppm 이하로서 현장 적용 가능성을 확인할 수 있었다.

2.2.2 전송손실 특성시험

본 논문에서 구현한 가스 밀폐형 멀티채널 광커넥터는 가스 기밀을 유지하기 위해 예폭시 물딩을 실시하는데 이러한 물딩제가 경화하면서 광케이블에 스트레스를 주기 때문에 제작시 특별히 고려해야 할 사항이다. 이러한 스트레스는 광신호 전송에 있어서 전송손실로 나타나기 때문에 최소가 되도록 설계 및 제작하여야 한다.

본 연구에서는 광계측 시스템 구성에 있어서 시스템 마진을 고려하여 광커넥터 단방향 삽입손실을 1dB 이하로 설계하였다. 개발한 시제품의 각 채널에 대한 전송손실은 표 1과 같이 개발 규격에 만족한 양호한 특성을 나타냈다.

표 1. 멀티채널 광커넥터의 삽입 손실

전압	케이블 번호	A	B	C	D	E	F
	삽입손실(dB)	0.19	0.36	0.18	0.10	0.15	0.10
전류	케이블 번호	G	H	I	J	K	L
	삽입손실(dB)	0.10	0.75	0.10	0.20	0.40	0.10

3. 결 론

본 연구는 고신뢰도 배전자동화 시스템을 구축의 일환으로 자동화 개폐기 내부에서 광전압 및 전류를 계측할 수 있는 특수한 형태의 가스 밀폐형 멀티채널 광커넥터를 개발하였다. 개발된 시제품은 광로에 축압이 가해지지 않으면서 다심의 광케이블을 일시에 착탈이 가능하고, 개폐기 내부의 가스가 누설되지 않는 구조로서 삽입손실이 0.5dB 이하로서 개발 규격을 만족하였다. 그리고 가스 누설 시험 결과 장시간 특성에서 현장 적용 한계를 만족하는 양호한 특성을 나타냈다.

향후 이러한 광커넥터의 확대 보급의 촉진을 위해서는 충격력이 동반되는 각종 설비에서 안정되게 동작할 수 있는 고신뢰도 가스 누설 수단이 강구되어야 한다. 이러한 문제점이 해결될 경우 멀티채널 광커넥터는 전력설비 이외의 산업설비에 적용이 확대될 것으로 기대된다.

본 연구는 산업자원부 산업기반기술개발사업지원으로 수행되었음.

[참 고 문 헌]

- [1] 오상기 외, "광CT·PT 내장형 배전자동화 개폐기 개발", 산업자원부, 1999. 10
- [2] FSI Co, "Tactical Hermaphroditic Multi-Channel Fiber Optic Connector and Assemblies", Fiber Systems International Catalog, 1998
- [3] 정명영 외, "다심 광커넥터", 특허1998-016218(대한민국), 1998
- [4] John A. Makuch 외, "Multiple Channel Connector for Fiber Optic Cable", U.S. Patent 4,140,367, 1979