

電氣設備의 트러블 對策

6

제 2 장 트러블機器의 內部診斷 테크닉

I. 眞空機器의 內部診斷테크닉

眞空容器內에서 교류전로를 차단하면 高眞空中의 電子 및 粒子的 확산현상에 따라 아크의 消弧作用이 일어나게 되며 油遮斷器, 磁氣遮斷器 등 다른 消弧原理에 비해 뛰어난 차단특성을 보인다.

이 원리를 활용한 진공차단기(VCB)는 1966년에 제품화되어 36kW 이하의 中小容量을 중심으로 하여 급속히 발전하여 지금은 一般用 高壓의 主流遮斷器가 되어 있다.

1960년대의 진공차단기는 “火災에 대한 安全性”, “維持補修·點檢의 省力化效果”, “小形·輕量化” 등의 많은 특징을 가지고 있었으나 가격면에서는 기대한 만큼의 伸張을 보이지 못하였다. 1970년대에 들어서 價格改善 등 일반용 차단기의 조건을 보완하게 되어 그 특징과 사회의 니즈가 매치되고 일반 수배전용 차단기로서 급속히 확대 보급되었다.

여기서는 眞空機器가 바야흐로 수년만에 급속히 보급된 것, 또 새로운 적용분야가 급속히 확대된 것으로부터 그 適用·運用面에서는 익숙하지 않은 면도 있기 때문에 그 代表機種인 眞空遮斷器에 焦點을 맞추어 진공기기의 維持補修·點檢을

중심으로 하여 그 診斷技術을 소개하고자 한다.

1. 眞空遮斷器의 概念과 構造

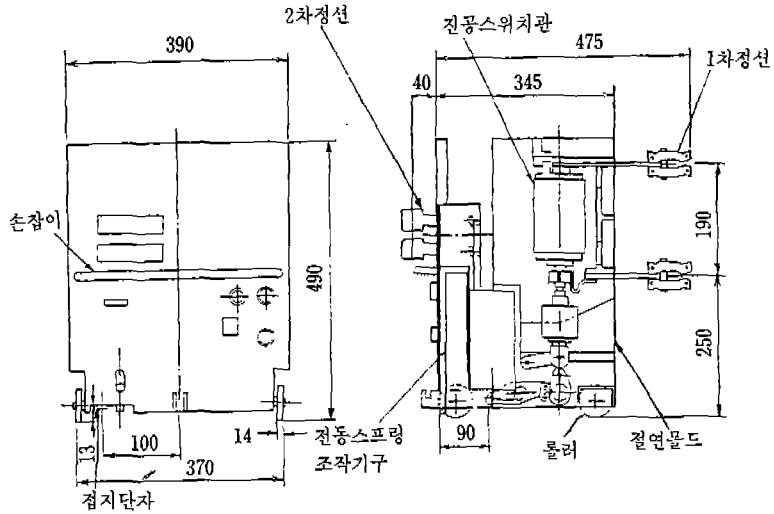
가. 眞空遮斷器의 構造

종래의 眞空遮斷器는 주로 閉鎖配電盤用 引出形遮斷器로서 사용되어 왔으나 가격 문제도 해소되고 일반화됨에 따라 종래의 油遮斷器에 대신하여 眞空遮斷器가 簡易큐비클분야에까지 진출, 그 主流遮斷器가 되었다.

操作方法으로는 手動操作과 電動操作의 두 가지 종류로 제작되고 있다. 표 1에 그 主要定格

〈표 1〉 眞空遮斷器의 定格例

항목	종류	수동스프링조작		전동스프링조작	
		진공차단기	진공차단기	진공차단기	진공차단기
정격전압 (kV)		7.2/3.6	7.2/3.6	7.2/3.6	7.2/3.6
정격전류 (A)		400	600	400	600
정격차단용량 (kA)		8	12.5	8	12.5
참고차단용량 (MVA)		100/50	160/80	100/50	160/80
정격차단시간 (s)		3	3	3	3
투입조작방식		수동스프링조작		전동스프링조작	
적용		간이큐비클 개방자립반용			



7.2kV 1200A 20kA

<그림 1> 眞空遮斷器의 構造

을 나타내었다.

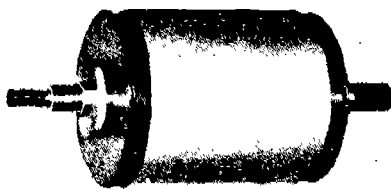
眞空遮斷器의 구조는 그 심장부인 ① 眞空스위치관, ② 眞空스위치관이 도체를 지지하는 絶緣構成部, ③ 眞空스위치관을 구동하는 操作機構, ④ 기타附屬裝置(制御裝置, 引出機構 등)로 크게 분류할 수 있다.

眞空遮斷器의 구조상 특징은 종래의 차단기와 비교하여 眞空스위치관이라는 密封構造인 消弧室을 가지고 있으며 이의 支持·絶緣構成物로서 有機絶緣物(에폭시 碼子나 絶緣몰드)이 활용되고 있는 점이며 이 구성상의 특징이 진공차단기의 整

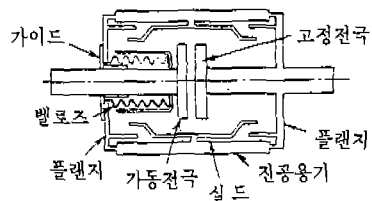
備·點檢의 포인트가 되는 것은 말할 것도 없다. 그림 1에 引出形眞空遮斷器의 構造例를 나타내었다.

나. 眞空스위치관의 構造

그림 2는 대표적인 眞空스위치관의 外觀과 斷面構造이다. 眞空스위치관은 ① 絶緣부분이 있는 진공용기, ② 固定電極, ③ 可動電極, ④ 可動로드에 접속되어 眞空機密을 유지하는 신축성이 좋은 벨로즈, ⑤ 金屬蒸氣가 容器絶緣部分에 부착



(a) 外觀



(b) 斷面構造圖

<그림 2> 眞空스위치관의 構造

하는 것을 방지하기 위한 실드의 다섯 가지 부분으로 구성되어 있다.

2. 眞空遮斷器의 整備·點檢

가. 整備·點檢 方法

차단기를 항상 正規 상태로 유지하고 短絡事故의 차단, 投入 또는 負荷電流의 開閉時, 차단기의 사용목적을 완전히 익히기 위하여 다음과 같은 點檢을 소개한다.

(1) 巡視點檢

차단기를 사용상태 그대로 외부로부터 異常有無를 감시하는 것을 말하며 설비전반을 순시할 때에 맞추어 점검한다.

(2) 定期點檢整備

(i) 普通點檢整備: 차단기의 운전을 停止시키고 기능의 확인유지를 목적으로 주로 外部에서 하는 점검을 말한다(1회/1~3년).

(ii) 靜密點檢整備: 차단기의 운전을 정지시키고 기능의 확인, 回復을 목적으로 주로 分解하여 실시하는 點檢으로서 기준에 의하여 부품을 교환한다(1회/6년).

(3) 初期點檢整備

初期點檢이란 통상 사용후 약 1년만에 실시하는 정밀점검을 말한다. 이것은 초기고장을 조기에 발견할 수 있고 운전상황, 환경조건을 파악하여 整備條件을 最適한 것으로 조정하는데에 유익하다.

(4) 臨時點檢

다음 경우에 필요하면 확인된 個所를 임시로

〈표 2〉 巡視點檢의 項目 및 方法

점검개소	점검항목	점검방법
外部一般	開閉表示器, 開閉表視燈의 표시	· 觀察 · 閉鎖配電盤 收納形遮斷器는 뚜껑을 열지 않고 點檢할 수 있는 項目을 원칙으로 하나 주기적으로 뚜껑을 열고 점검하는 것이 좋다.
	異常音, 異臭, 코로나 등의 발생유무	
	端子締結部の 풀림이나 과열변색 유무	
	절연물의 구열, 파손유무 및 結露, 汚損상태	

점검하는 것을 말한다.

(i) 정격차단전류에 가까운 電流를 規定回數遮斷할 경우

(ii) 負荷電流, 진행 또는 누출전류를 規定回數遮斷할 경우

(iii) 巡視點檢으로 이상을 발견한 경우

나. 眞空遮斷器의 整備基準

이상의 整備·點檢方法은 차단기일반에 적용되는 것이나 진공차단기에 관해서도 예외는 아니다. 이하에 진공차단기의 整備基準의 예를 나타내었다.

(1) 巡視點檢

표 2에 순시점검의 項目, 方法을 나타내었다.

(2) 定期點檢

표 3에 진공차단기의 정기점검의 基準例를 나타내었다.

진공차단기의 특성에서 본 整備點檢은 開極距離가 다른 차단기의 1/10 정도로 현저하게 짧기 때문에 그 開閉特性이 차단기의 성능에 커다란 영향을 미친다. 또 차단부가 진공용기내에 밀봉되어 있기 때문에 眞空도가 接觸의 監視·點檢技術이 중요하다. 여기에서 이들의 상세한 진단기

술에 관하여 소개한다. 먼저 操作機構나 제어장치 등 他部位의 點檢에 관하여는 특히 다른 차단기와 상이한 곳이 없기 때문에 종래 차단기의 整備·點檢技術에 準해도 좋다.

진공차단기의 조작기구 특성은 다음과 같다.

(i) 開極距離가 적고 普通高壓클래스의 차단기는 10mm 정도이다.

(ii) 操作機構의 全스트로크(Stroke) 중에서 와이퍼(Whipper)가 차지하는 비중이 크다.

(iii) 電極(接點)이 접촉한 위치로부터 와이프스

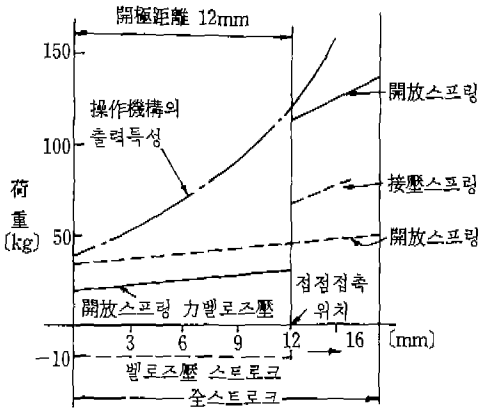
3. 開閉操作 特性

〈표 3〉 眞空遮斷器의 定期點檢基準例

점검개소		점검항목	점검방법	처치	주기
操作裝置 (操作機構 포함)		스프링의 發錆, 變形, 損傷유무	觀察 및 手動開閉에서 움직임이 원활한지를 확인한다.	清掃 또는 異物을 除去하고 適宜注油(良質의 기계油 또는 알마니아 그리스 塗布)하고 필요하면 부품교환도 해준다.	3년마다 또는 5,000회마다
		各締結部의 이상유무			
		各 手動部의 마모 등의 이상유무			
		異物混入의 유무			
		構成物의 發錆, 汚損유무			
		스냅링, 핀의 脫落變形 유무			
저압제어회로	배선전압 트립장치	斷線有無, 締結狀態 可動部過度의 摩耗有無, 코일의 變色 등 異常有無	觀察増締 및 테스트로 확인	고치고 조이며 필요하면 部品을 교환한다.	상 등
	콘덴서트립 전원장치	네온램프의 點燈확인			
	보조개폐기	링의 형태, 접촉상태			
고압회로 스위치관 외	端子部	端子部의 締結狀態확인 및 導電部변색 유무	관찰	청소, 제품 교환	3년마다
	絶緣物	표면의 濕氣, 먼지부착, 피손 유무			
진공 스위치관	접점 소모	接點消耗가 허용범위내인가의 여부확인	電氣의 壽命判定法에 의함	異常이 있으면 메이커에 連絡	3년마다
	진공도점검	眞空度의 정상여부 확인	眞空度判定方法에 의함		6년마다 5000회마다
	진공용기	表面의 濕氣, 먼지의 부착	관찰	청소	3년마다
부속장치	개폐 표시기	정상으로 되어 있는가	관찰	表示機構 등의 상태가 나쁜지 조사하여 메이커에 연결	3년마다 또는 5000회마다
絶緣抵抗測定		主導電部 500MΩ 이상 制御回路 2MΩ 이상	메이커 측정	原因調査 혹은 청소를 한다. 필요하면 부품교환	3년마다
絶緣耐壓試驗		高壓部에 관하여 商用周波耐壓 1.5 E 10분간	耐壓試驗裝置로 확인	상 등	*6년마다
開閉特性試驗		投入操作試驗 트립操作試驗 트립自由操作試驗 最低動作電壓測定	手動操作을 하고 상태가 좋은가를 확인하고 電氣操作試驗을 한다.	異常點檢, 수리. 필요하면 부품교환	**6년마다

비고: * 點檢周期은 6년이며 설치후 環境條件, 運轉狀況의 파악 혹은 初期故障發見을 위하여 설치후 1년에 初回點檢을 실시하며, 또한 環境 및 運轉狀況에 따라 필요하면 點檢周期은 3년 정도로 실시할 것이 요망됨.

** 1년 정도 動作實踐이 없을 때에는 開閉스위치에 의하여 開閉操作을 數回 실시하고 상태가 좋은가를 확인한다.



〈그림 3〉 眞空遮斷器의 投入力과 操作機構出力의 關係 (1相當)

프링을 압축하기 위하여는 비교적 많은 힘이 필요하다(접점구조가 베타타입이어서 電磁反發력이 가해진다).

(iv) 벨로즈壓이 投入時 電極接屬力에 가해지는데 開極時에는 引放스프링에 의하여 반대로 이 벨로즈(Bellows)壓에 견디어 내고 可動部를 作動하게 해야 하므로 (iii)항에 입각하여 操作力은 기구가 小形인 점에 비하면 強力하다.

이러한 負荷特性을 표시한 것이 그림 3이며 진공차단기는 이들의 조건을 만족시켜, 조작기구의 에너지設計 및 開閉操作特性이 設定되고 있다. 특히 (i)항의 開極距離가 적고, (iii)항의 접점구

조가 베타타입이므로 개폐조작특성으로서 投入速度, 投入時의 차터링, 開極速度, 開極時의 바운즈특성에 진공차단기의 특성이 결정된다고 해도 과언이 아니다.

가. 投入操作

보통고압급의 차단기로 전기가 조작되는 投入操作方式에는 電動스프링操作과 電磁솔레노이드方式이 대부분을 점하고 있다. 참고로 各操作方式의 比較를 표 4에 표시하고 그림 4에 電動操作方式의 制御回路圖를, 그림 5에 電磁솔레노이드(Solenoid)方式을 나타내었다.

어떠한 조작방식도 0.5~1.2m/s 정도이다.

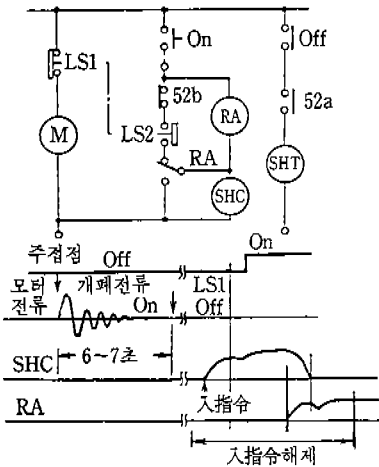
나. 트립 操作

트립은 투입시 당겨진 트립스프링에 의하여 행해진다. 眞空遮斷器의 開極時間은 通常 20~40ms, 아크時間도 1사이클 이하로서 대체로 全遮斷時間은 3사이클 이하가 된다. 또 開極速度는 0.8~1.2m/s 정도이다.

電動스프링操作 眞空遮斷器의 개폐특성의 實測例로서 그림 6에 投入特性오실로그램을, 그림 7에 트립特性오실로그램을 나타내었다.

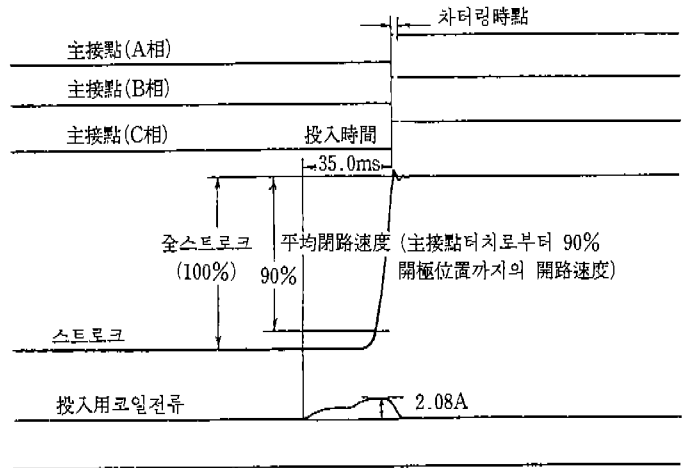
〈표 4〉 操作方式의 比較

구 분	수동스프링 조작방식	전자조작방식
使用面の 安全性	手動操作時가 안전하다. · 스프링의 힘으로 신속한 투입, 차단 · 사람의 操作力에 영향받지 않음.	手動操作時에는 投入은 人力에 따라야 하므로, 主回路의 手動搬入은 위험하다.
操 作 電 流	投入操作電流는 數A로 적다.	數10A의 投入操作電流가 된다.
操 作 電 源	100VA 정도의 PT로 OK	3~5kVA의 操作트랜스가 필요하다.
配 線 作 業	制御케이블 사이즈는 2mm ² 정도로 충분하고, 配線이 간소화된다.	制御케이블의 사이즈는 커지고(5.5mm ²), 電壓降下의 배려가 필요
高 速 再 閉 路	可 能	可 能
操 作 機 構	投入스프링 蓄勢機構가 부가되기 때문에 약간 복잡하다.	電動스프링 操作에 비해서는 簡單하다.

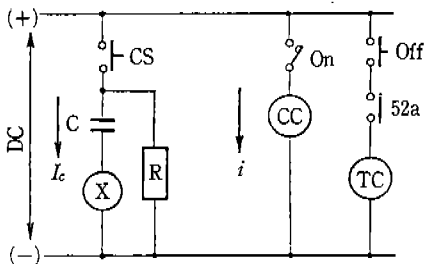


- (M) 모터
- (RA) 릴레이코일
- (SHC) 투입용코일
- (SHT) 트립코일

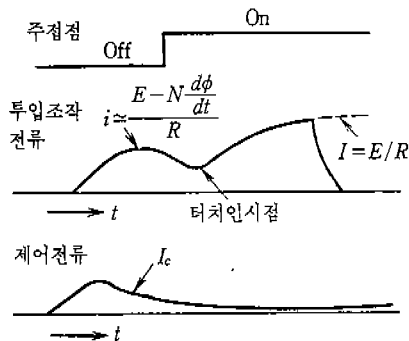
〈그림 4〉 電動스프링操作的 回路圖



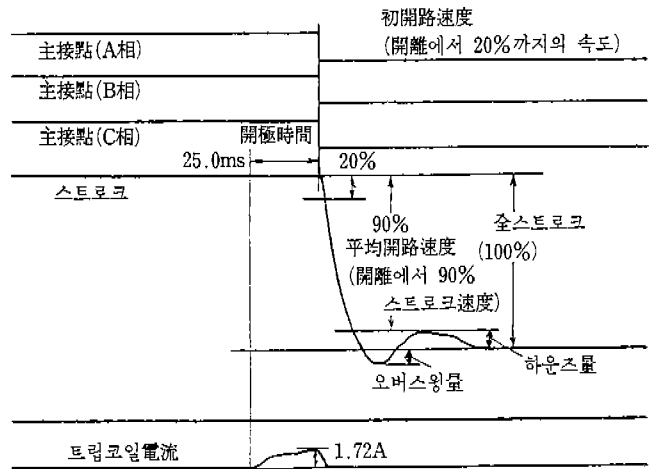
〈그림 6〉 投入特性 오실로그래프 (Oscillogram)



- CS: 投入指令스위치
- X: 접촉기
- CC: 投入코일
- C: 콘덴서
- R: 放電抵抗
- TC: 트립코일



〈그림 5〉 電磁슬레노이드操作的 回路圖

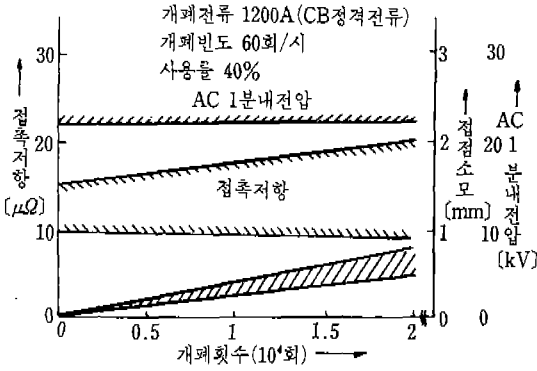


〈그림 7〉 트립特性 오실로그래프

4. 電氣의 壽命 特性과 點檢方法

가. 電氣의 壽命特性

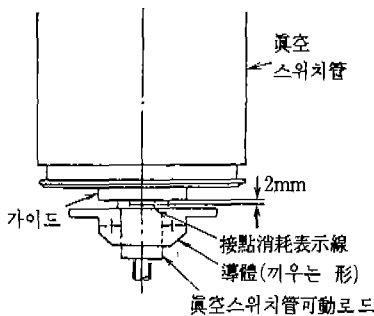
진공차단기의 전기적수명은 眞空스위치관의 전기적수명에 의하여 결정된다. 진공차단기는 아크電壓이 낮으므로 다른 차단기에 비해 接點消耗가 매우 적다. 그러나 실제로는 점접소모량으로서의 관점과 달리 작은 眞空容器內에서 電流를 開閉하



〈그림 8〉 壽命消耗의 一例

기 때문에 실드에의 接點金屬蒸氣의 과잉부착에 의한 耐電壓特性의 低下도 고려하여 眞空스위치관의 전기적수명이 정해지고 있다. 그림 8은 實 負荷電流를 多回數開閉한 경우의 接點消耗量, 接觸抵抗, 耐電壓值의 變化를 測定한 데이터이다. 이 시험결과 耐電壓值은 壽命中 規定值(7.2kV의 眞空遮斷器에서는 22kV)를 確實히 하고 있으나, 接點消耗量은 開閉回數와 함께 증가하고 接觸抵抗은 漸增方向으로 그 차이의 폭이 커지는 것을 알 수 있다.

眞空遮斷器는 당초에 多頻度開閉를 特徵으로 했으나 一般遮斷器로서는 그보다 높은 多頻度開閉를 요하지 않기 때문에 機械的壽命은 10,000회로 되어 있다. 그러나 電氣的壽命에 관하여는 진



〈그림 9〉 眞空스위치관 接點消耗 表示部(투입상태)

공기기의 특징을 활용하여 負荷電流開閉가 10,000회, 定格遮斷電流開閉가 10~30회로 되어 있으며 이 전기적수명횟수는 종래의 消弧方式에 의한 遮斷器(油遮斷器, 磁氣遮斷器)와 비교하면 약 10배의 긴 수명이다.

전기적수명은 이상과 같이 開閉回數와 接點消耗量에 따라 判定되고 開閉回數는 動作回數計로 관리된다. 또 接點消耗量에 대하여는 通常壽命中에서의 消耗量은 1~3mm 정도이며 다음과 같은 방법으로 관리한다.

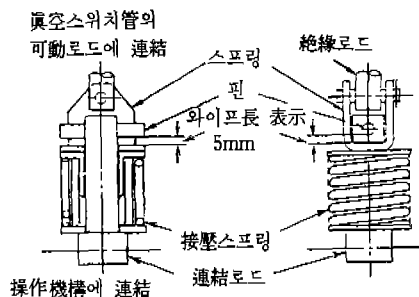
나. 電氣的壽命의 判定方法

접점소모량의 측정 및 判定法으로는 眞空스위치관의 可動로드에 설치한 接點소모표시선으로 직접 보는 方法과 接壓스프링의 와이프長 變化로 보는 間接적인 方法이 있다.

(1) 接點消耗表示線에 의한 方法

그림 9 에 진공스위치관의 可動로드(Rod)가 設置된 接點소모표시선을 보였다. 그림과 같이 가동로드에 직접 소모표시선을 설치하는데 따라 接點소모에 수반하는 投入狀態에 있어서 可動로드의 位置變化로 接點소모량을 파악할 수가 있다.

그림 9 의 例에서는 製品出荷時에 接點소모표



〈그림 10〉 와이프長 表示部

시선의 位置가 가이드(Guide)면으로부터 壽命接點消耗量의 치수(2mm)에 設定되어 있기 때문에 이 表示線이 가이드면에 도달하는 時點이 電氣的 壽命의 끝이다.

(2) 와이프長 表示部에 의한 方法

그림 10 에 와이프長 表示部의 部分圖를 나타내었다. 진공차단기는 부하전류 및 大電流를 안전하게 通電시키기 위하여 그림과 같이 接壓스프링을 설치, 遮斷投入狀態에 있어서는 이 接壓스프링을 압축하여 진공스위치의 접점간에 규정된 接觸壓力을 가하도록 구성되어 있다. 이 接壓스프링의 수축여유가 와이프長이며 접점의 소모에 수

반된다. 이 와이프長이 작아지는 것을 이용하여 간접적으로 接點의 消耗量을 측정할 수 있다.

(i) 그림 10 에 있어서, 絶緣로드는 眞空스위치관의 可動로드에 直結되어 있으며 진공스위치관의 접점이 접촉할 때까지는 可動部는 接壓스프링을 끼워 驅動한다.

(ii) 主接點이 접촉하면 絶緣로드의 움직임은 멈추고 接壓스프링이 압축되어 핀과 스프링 端面과의 사이에 틈새가 생겨 접점에 壓力을 가한다. 그림 10 에서는 제품출하시 이 틈새(와이프長)는 5mm로 設定되어 있다.

(iii) 機械的인 摩耗, 뒤튐림이 없을 때 이 와이프長 表示部에서 접점소모량을 측정할 수 있다. 즉 그림 10 의 例에서 접점소모량의 限界를 2mm

고체 상태의 색채 변화 레이저

(자료 : 영국산업뉴스)

오늘날 레이저는 과학 연구, 산업, 국방, 의학 및 오락 등 다양한 분야에서 광범위하게 응용되어져 왔다. 레이저의 효율성을 최적화하기 위해서는 주파수가 구체적인 빛이나 색채가 필요하다. 그러나, 각 개인의 레이저 근원에서 쉽게 입수 가능한 주파수는 본질적으로 불과 2~3개로 한정되어 있다. 티타늄-사파이어는 근외선(near-infrared : NIR) 주파수에서만 맞출 수 있는 반면, 눈에 보이는 스펙트럼 범위를 포함하기 위해서는 몇몇 다른 염색이 필요하다. 시스템 결과가 공간과 시간적 일관성을 가지는 기본 레이저 수준을 유지하면서, 자외선(ultra-violet : UV)에서부터 근적외선에 이르기까지 광범위한 주파수 생성을 용이하게 하는 접근 방법이 최근 개발되었다.

이 접근 방법은 비선형 고휘도 효과를 바탕으로 하고 있다. 강도가 충분한 빛이 적합한 구조 결정체와 맞부딪힐 때 보다 좋은 하모니를 내는 과부하(過負荷) 전자음향증폭기의 비선형 반응과 유사한 방식으로, 진동은 결정체에 유도된다.

이는 변화된 색채 광자(光子)의 방사를 초래한다. 이 장치에는 네오디뮴 이트륨 리튬 불화물 에이저(Neodymium Yttrium Lithium Fluoride, Nd : YLF), 주파수 상향조정기 및 주파수 하향조정기 등 3가지 주요 부품으로 구성되었다.

Nd : YLF 레이저는 고체 상태의 다이오드 펌프식 레이저(DPSSL)로, 적외선 1미크론의 파장에 강도가 높고 짧은 단색 파동의 빛을 발생시킨다. 이는 전기 에너지를 효율적으로 797.5nm의 빛으로 전환시키는 갈륨 알루미늄 비소(Gallium Aluminum Arsenide : GaAlAs) 반도체 다이오드를 사용하는 고체 상태원이다. 빛은 Nd : YLF 결정체에 의해 흡수되며 자극 방사과정을 통해 고공간의 1미크론 빛으로 전환된다.

페러디 회전자를 편입한 양극화 기술을 통해 결과가 얻어지는 반면, 칼륨 디하이드로 로젠 인산염(Potassium Dihydrogen Phosphate : KD*P) 물질에 근거한 전자광학 q스위치를 레이저 광진자에 편입시킴으로써 단파가 발생된다. 주파수 상향조정기는 기본적으로 Nd : YLF 레이저로부터 광자를 모아, 보다 높은 에너지 광자 및 주파수 광자를 자외선에 배출한다.

이 장치는 다양하게 응용될 것으로 기대되는데 의학 분야에서는 진단 및 치료용으로 이용된다. 가령 적외선 출력으로 혈당과 헤모글로빈 수준 측정이 가능하므로 당뇨병 치료에 도움을 줄 것이다. OPO 결정체를 단순 재조정하고 출력 주파수를 자외선으로 바꿈으로써, 이 장치는 근육 조직의 방사효과 연구에도 도움을 줄 것이다.

〈표 5〉 使用環境스트레스 眞空度에의 影響

가스의 종류		그림 11의 記號	使用條件, 環境스트레스	설 명
1	內部放出가스	P_A	周圍溫度, 通電電流, 導體溫度	眞空容器, 接點, 실드의 表面에서 殘存 가스가 放出된다.
2	遮斷放出가스	P_B	投入遮斷電流, 차타링, 아크	아크에 의한 接點에서의 解離가스
3	透過 가스	P_C	周圍溫度	大氣中の H_2 나 He 가스가 眞空容器를 透過
4	슬로리크가스	P_D	濕度, 溫度, 腐食性 環境, 機械 的衝擊, 코로나放電	벨로즈나 眞空容器接合部의 腐食이나 微視클러크에 의해 侵入하는 가스

로 하면 와이프長이 3mm(=5mm-2mm)가 되었을 때 壽命이 終了된다.

이 와이프長의 체크는 數值測定, 마킹(Marking)이나 차단기부속의 限界게이지(Gauge)에 의하여 檢査한다.

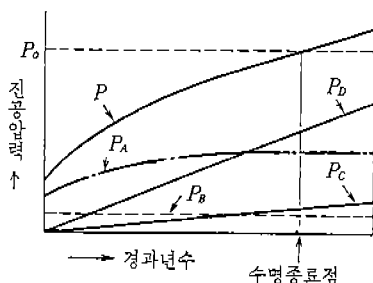
接點消耗量의 判定에는 상기의 2가지 방법이 있으며 測定精度로는 점점소모포시선에 의한 方法이 확실하지만 거기까지의 精度가 필요치 않기 때문에 일반적으로는 측정이 간편한 와이프長에 의한 方法이 채용되고 있다.

5. 眞空度の 壽命特性和 管理

가. 眞空度の 壽命特性

(1) 眞空度の 經年變化曲線과 使用限界

일반적으로 진공스위치관의 眞空度 P 는 그림 11에 표시된 바와 같이 經年變化한다. P 의 값이 진공스위치의 使用限界 P_0 (耐電壓遮斷性能이 저하하기 시작하는 眞空度로서 통상 5×10^{-3} Torr



〈그림 11〉 眞空度の 經年變化

정도)를 초과하면 眞空壽命이 終了된다.

(2) 使用環境스트레스의 影響

眞空度 經年變化의 要因은 원칙적으로는 표 5에 표시한 네가지로 분류할 수 있다.

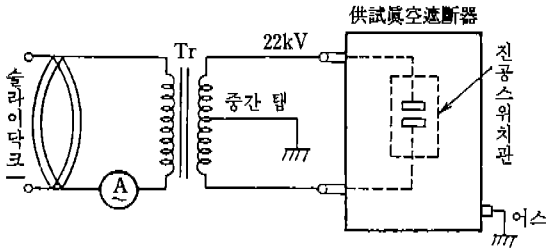
표 5에서 보인 4種類의 가스는 熱的, 化學的, 電氣的 및 機械的 스트레스에 의하여 각각의 스트레스가 증대할수록 가스壓 增大, 즉 眞空度の 劣化에 연결되기 때문에 定期點檢의 結果를 피드백(Feedback)하여 적절하게 維持補修管理하는 것이 중요하다. 특히 불소, 염소, 염분, 이류화 수소, 이류산가스 등이 存在하는 상태에서, 그위에 高濕, 結露하는 環境에서는 진공스위치관의 벨로즈(Bellows)나 진공용기 접합부가 부식되므로 시간이 길어지면 眞空度耐用年數를 저하시킬 우려가 있기 때문에 주의를 요한다.

나. 眞空度の 點檢方法

오늘날의 진공스위치관은 生産技術, 品質管理 技術의 進歩에 따라 보통의 使用環境에서는 진공 수명을 20년 이상 유지하고 있으나 필요에 따라 다음과 같은 方法으로 진공도를 체크할 수가 있다.

(1) 耐電壓試驗에 의한 方法

이 方法은 진공관내의 電極間 放電開始電壓이 管内壓力에 의하여 變化하는 것을 이용한 것으로



<그림 12> 耐電壓式眞空度試驗回路

서 管内眞空도가 實用上의 眞空度 限界値(약 5×10^{-3} Torr)보다 좋은가 나쁜가를 判別하는 方法이다. 간단한 方法으로는 그림 12에 나타낸 試驗回路가 있다.

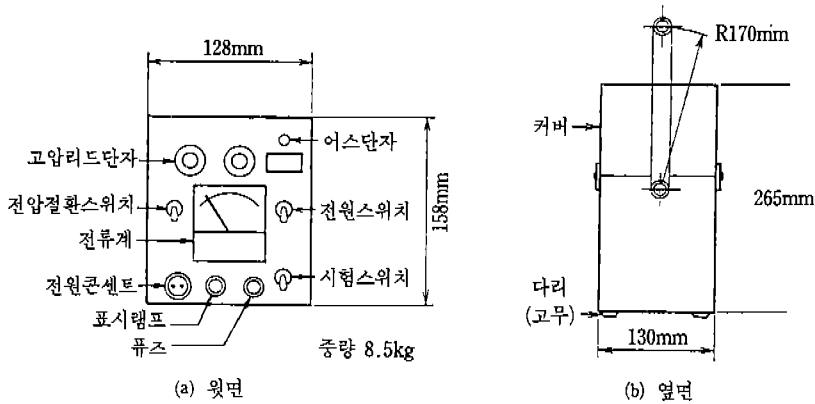
眞空遮斷器를 開極하여 그림 12의 試驗回路에서 1相마다 同相極間에 22kV(7.2kV 진공차단기의 경우)의 電壓을 引加하고 이 電壓에 견디면

正常으로 생각한다. 이 시험법을 채용하는 경우에는 다른 절연물체의 악영향을 피하기 위하여 試驗變壓器의 高壓側에 中間タップ을 설치, 접지하고 對地間에는 極間引加電壓보다도 낮은 전압이 걸리도록 한다. 뿐만 아니라 中間タップ을 설치하지 않은 경우에는 AC 15kV의 전압을 1분간 引加하여 그 放電의 有無라도 대략의 判단은 가능하다.

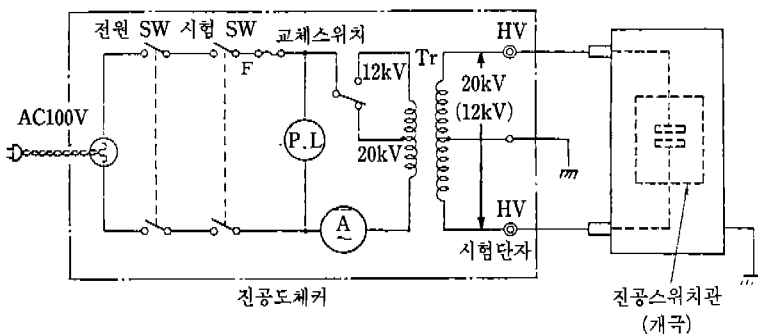
(2) 眞空度체커(Checker)에 의한 方法

耐電壓試驗法의 一種으로 더욱 精밀하게 點檢하는 方法으로서 眞空度체커에 의한 方法이 있다. 低力率 네온트랜스(Neon Trans)를 이용하여 高電壓引加時의 漏電流를 電流計로 讀解하고 진공도의 良否를 判定한다.

그림 13에 外形值數, 그림 14에 測定回路圖를



<그림 13> 眞空度체커의 外形仕樣



<그림 14> 眞空度체커에 의한 測定

〈표 6〉 眞空度체커에 의한 眞空度判定基準

기 종	開極거리 (mm)	시험전압 (kV)	I 차 전 류 (A)			
			60Hz		50Hz	
			眞空度 良	眞空度 不良	眞空度 良	眞空度 不良
3.3/6.6kV 콘덕터용	3~5	12	0.6 이하	0.6 초과	0.7 이하	0.7 초과
3.6/7.2kV, 12/15kV 차단기용	8~12	20	2.0 이하	2.0 초과	2.3 이하	2.3 초과

나타내었다. 진공도체커에 의한 眞空度체커는 다음 要領으로 실시한다.

(i) 진공차단기를 開極狀態로 한다.

(ii) 진공차단기의 구성절연물, 진공스위치관의 절연표면을 청소하고 절연저항이 10mΩ 이상일 것을 확인한다.

(iii) 진공도체커의 시험용端子를 진공차단기의 同相極間에 접속한다(1상마다 측정).

(iv) 交替스위치를 設定側(이 眞空度체커의 例는 진공차단기 設定電壓 20kV, 眞空電磁接觸器로 12kV)으로 하고 電源스위치, 試驗스위치의 순으로 스위치를 投入하여 진공스위치관에 高電壓을 引加한다.

(v) 高電壓引加時間은 약 5~10초간으로 하고 이때의 1차측電流計의 指示値에 따라 眞空度良否를 判定한다. 참고로 표 6에 眞空度체커의 判定基準를 기술하였다.

또한 耐電壓試驗에 의한 때에는 절연물 및 진공스위치관의 절연표면을 충분히 청소하고 건조된 상태에서 시험을 하지 않으면 다른 漏洩電流로 判定을 誤認하는 경우가 있으므로 주의를 요한다.

(3) 게터(Getter)膜에 의한 方法

요즘에는 진공용기에 유리를 사용하는 진공스위치관에는 진공용기로서 세라믹(Ceramic)이 일반화되어 게터막의 적용은 적어지고 있다. 그러나 일반적으로 채용되어 왔기 때문에 그 방법을 간단히 소개해 둔다.

게터膜이란 글라스內面에 바륨(Ba)을 蒸着시킨

것으로 바륨이 眞空度劣化時에 大氣中の H₂O와 化學反應을 일으키는데 따라서 게터膜의 색이 變化하는 것에 의하여 判斷하는 方法이다. 그 化學反應은 다음과 같다.

화학반응

게터膜의 색變化

(정 상) Ba 黑色으로 鏡面의 光澤

(반응과정) Ba+O → BaO 透明해진다.

(대 기 압) Ba+H₂O 白色으로 탁해
→ Ba(OH)₂ 진다.

즉, 게터膜의 일부에 黑色部가 존재하고 있으면 眞空度는 正常, 黑色部가 完全히 소멸되어 透明해지면 要注意로 點檢을 요하고, 白濁化된 상태에서 眞空度는 大氣壓으로 判斷한다.

또한 게터膜에 의한 方法은 大氣壓近處에서만 判定되는데 眞空度체커는 그 判定영역이 넓고 精度도 높다. 또 유리容器眞空스위치管에도 적용되므로 게터膜과 併用하면 좋다.

* * *

眞空機器는 整備·點檢의 省力化를 큰 特徵으로 하고 있으나 역시 안전한 運轉에는 적절한 整備·點檢이 필요하다. 本文에서는 眞空遮斷器를 중심으로 하여 整備·點檢의 方法 및 診斷技術에 관하여 소개하였는데 이는 眞空電磁接觸器, 眞空開閉器 등 진공기기 전반에 걸쳐 적용시킬 수 있다. 한편, 點檢基準, 判定基準에 관하여는 一例를 들어 소개하였으므로 구체적인 基準, 數値에 대해서는 使用機器의 취급설명서를 참조하면 이해가 될 것이다.