



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2011-0082013  
 (43) 공개일자 2011년07월15일

- |  |  |
|--|--|
| <p>(51) Int. Cl.<br/> <i>G01M 3/18</i> (2006.01) <i>G01M 3/16</i> (2006.01)<br/> <i>G01R 27/00</i> (2006.01) <i>G08B 21/20</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2011-7009601</p> <p>(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년10월22일<br/>             심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2011년04월27일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/IB2009/055231</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2010/046886<br/>             국제공개일자 2010년04월29일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>             2008905535 2008년10월24일 오스트레일리아(AU)<br/>             2009902662 2009년06월10일 오스트레일리아(AU)</p> | <p>(71) 출원인<br/> <b>넥쌍</b><br/>             프랑스공화국, 75008 빠리, 뒤 뒤 제네랄 푸아 8</p> <p>(72) 발명자<br/> <b>바버, 케네스, 윌리스</b><br/>             오스트레일리아, 3012 빅토리아, 토튼햄, 선샤인 로드 207, 올렉스 오스트레일리아 피티와이 리미티드 내<br/> <b>멀린스, 제임스</b><br/>             오스트레일리아, 3220 빅토리아, 질롱, 무라블 스트리트 351, 엠제이티 엔지니어링 피티와이 엘티디 내<br/> <i>(뒷면에 계속)</i></p> <p>(74) 대리인<br/> <b>특허법인오리진</b></p> |
|--|--|

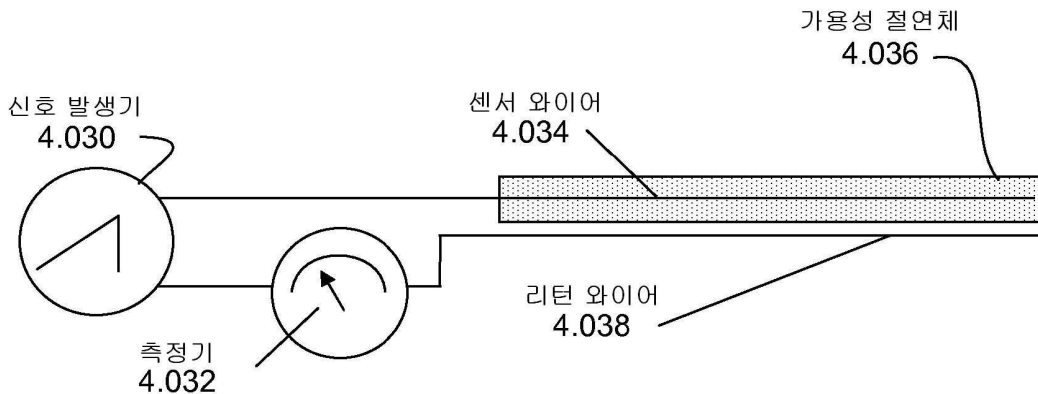
전체 청구항 수 : 총 19 항

**(54) 수분 감지 와이어, 수분 감지 시스템, 및 수분 감지 방법**

**(57) 요약**

과워 케이블 또는 빌딩에서 사용되는 물 감지 와이어(1.002)가 개시된다. 상기 케이블은 둘 이상의 성분으로 만들어진 수용성 절연 자켓(1.006)을 구비한 와이어(1.004)를 가지며, 여기서 제1 성분은 물에 대한 제1 용해도를 가지고, 상기 제2 성분은 물에 대한 제2 용해도를 갖는데, 상기 제2 용해도는 상기 제1 용해도보다 작다. 상기 제2 성분은 실질적으로 불용성일 수 있다. 물에 노출시, 상기 용해성 절연체(1.006)는 상기 와이어(1.004)를 노출시키는 물의 위치에서 녹는다. 이는 상기 와이어가 리턴 와이어(4.038) 또는 케이블 스크린(13.232)과 같은 리턴 패스에 가까울 때 감지될 수 있다. 이후, 상기 와이어의 선 저항(linear resistance)을 감지함으로써 폴트(fault)의 위치가 감지될 수 있다. 그러한 두 개의 와이어들(3.006, 3.007)은 함께 사용될 수 있다.

**대표도 - 도4**



(72) 발명자

**필딩, 마이클**

오스트레일리아, 3220 빅토리아, 질롱, 무라볼 스트리트 351, 엠제이티 엔지니어링 피티와이 엘티디 내

**알렉산더, 그레이엄**

오스트레일리아, 3012 빅토리아, 토튼햄, 선샤인 로드 207, 올렉스 오스트레일리아 피티와이 리미티드 내

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

디텍터 케이블에 연결 가능한 신호 소스(4.030)로서 측정 신호를 상기 디텍터 케이블에 적용하는 신호 소스;  
상기 케이블의 임피던스를 주기적으로 또는 연속적으로 측정하는 임피던스 측정 수단을 포함하는 모니터(4.032); 및  
상기 전류 측정이 미리 결정된 한계들 내에 있는지를 결정하는 프로세서 수단(5.040);을 포함하는 수분 감지 모니터.

### 청구항 2

제1항에 있어서,  
일련의 임피던스 측정들을 포함하는 메모리 수단(5.051)을 포함하는 수분 감지 모니터.

### 청구항 3

제2항에 있어서,  
전류 임피던스 측정을 사전에 저장된 값과 비교하는 비교 수단을 포함하는 수분 감지 모니터.

### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 프로세서 수단(5.040)은 상기 절연된 와이어 상에서 낮은 임피던스 폴트의 위치를 계산하도록 프로그램된 수분 감지 모니터.

### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 리턴 패스와 상기 임피던스 측정 수단을 연결하는 임피던스 브릿지를 포함하는 수분 감지 모니터.

### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,  
연속적 근사 아날로그-디지털 컨버터(5.046)를 포함하는 수분 감지 모니터.

### 청구항 7

용해성 절연체(4.036)를 갖는 하나 이상의 수분 감지 와이어들(4.034);  
리턴 패스(4.038); 및  
상기 감지 와이어 및 리턴 패스가 연결되는, 제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 모니터;를 포함하는 수분 침투 모니터 시스템.

### 청구항 8

DC 소스 및 DC 디텍터를 포함하는 물 침투 디텍터로서, 벨(bell) 또는 LED인 물 침투 디텍터.

### 청구항 9

둘 이상의 성분들, 그리고 적어도 제1 성분 및 제2 성분을 포함하는 수용성 물질로서, 상기 제1 성분은 물에서 제1 용해도를 가지며, 상기 제2 성분은 물에서 불용성이거나 상기 제1 성분보다 낮은 용해도를 갖는 수용성 물질.

**청구항 10**

제8항에 있어서,  
상기 제2 성분은 상기 물질에 대한 용해도 조절기로서 작용하는 수용성 물질.

**청구항 11**

제9항 또는 제10항에 있어서,  
상기 제1 및 제2 성분들의 비는 상기 물질의 총 용해도를 제어하기 위해 조절되는 수용성 물질.

**청구항 12**

제9항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제2 물질은 플라스틱들 또는 폴리머 물질인 수용성 물질.

**청구항 13**

제12항에 있어서,  
상기 제2 성분은 상기 제1 성분보다 더 높은 분자량을 갖는 수용성 물질.

**청구항 14**

제9항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제2 성분은 나일론인 수용성 물질.

**청구항 15**

제9항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 용해성 물질은 비닐 알콜(vinyl alcohol) 또는 폴리비닐 알콜(polyvinyl alcohol)인 수용성 물질

**청구항 16**

제9항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제1 및 제2 물질의 조합물은 상기 제1 물질의 융점보다 더 큰 분해 온도를 갖는 수용성 물질.

**청구항 17**

제9항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 물질은 압출 가능한 수용성 물질.

**청구항 18**

수용성 코팅(3.006)을 갖는 적어도 제1 와이어(3.004)를 포함하는 수분 감지 와이어(3.002)로서, 상기 코팅은 제8항 내지 제16항 중 어느 한 항에서 청구된 물질을 포함하는 수분 감지 와이어.

**청구항 19**

제18항에서 청구된 감지 와이어를 한 쌍 포함하는 수분 감지 케이블(3.002)로서, 제1 및 제2 와이어(3.004), (3.003)를 포함하며, 상기 와이어들은 수용성 물질(3.006), (3.007), (3.001)로 코팅되며, 상기 코팅된 와이어들은 인접된 수분 감지 케이블.

**명세서**

**기술분야**

본 발명은 수분의 감지 및 위치에 관한 것이다.

[0001]

[0002] 본 발명은 특히, 수분 감지에 적합하고, 빌딩에 원치 않는 수분의 감지 및 전기적으로 연결된 케이블 등의 안으로 원치 않는 수분 유입 감지를 위한 사용에 적용될 수 있다. 특히, 본 발명은 수분 감지 케이블 및 수분 감지 시스템을 제공한다.

**배경 기술**

[0003] 원치 않는 수분 유입 감지는 수많은 상황에서 중요할 수 있다. 본 발명은 이와 관련해서, 전기적인 파워 케이블에 수분 유입, 및 빌딩 내부에 또 다른 수분 유입 등을 설명한다.

[0004] 케이블들이 올바르게 설치된 땅속 케이블과 관련해서는, 케이블들이 제조 후에 그들의 동작 전압 위로 제대로 테스트되기 때문에 케이블 불량 위험이 상당히 적다.

[0005] 그러나, 거기에는 설치 과정 중의 손상과 케이블과 악세사리 등의 설치 중의 작업 불량을 포함하는 케이블 불량 위험의 다양한 원인 등이 존재한다.

[0006] 그러나, 가장 일반적인 것은 서비스에서 케이블과 악세사리의 불충분한 보호의 결과, 환경적인 상태, 제3자에 의한 외부 손상 및 다른 서비스들이 근접하거나 환경 요인들이 변화하는 것에 따른 불충분한 로딩에 의한 열적 과부하를 들 수 있다.

[0007] 케이블들을 절연하는 고전압 XLPE(크로스-링크된 폴리에틸렌)에서 수분의 존재는 절연체상에서 워터 트리(water trees)의 성장 결과가 될 수 있고, 이것은 절연체 손상의 결과로 될 수 있는 전기적인 트리(electrical trees)로 이어질 수 있다. 이러한 프로세스를 지연시키기 위해, 납(lead), 다른 금속 사출물 또는 수분 차단용 파우더, 안(yarns), 쓰레드(threads) 또는 테이프의 사용과 같은 수분 배리어(barrier) 외장(sheath)이 케이블 내의 틈에 배치될 수 있다. 이러한 조치들은 예를 들어, 케이블 접합점에서, 절연체의 손상 부분 또는 절연체의 불량 접합을 통해 케이블로 들어온 수분의 세로 방향 확산을 방지한다.

[0008] 그러나, 케이블 손상 전에 우선적으로, 이러한 수분 유입의 발생을 감지하는 것이 중요하다.

[0009] 미국특허 US7102076은 젖었을 때, 신호의 전도를 허용하는, 투과성 절연체에 의해 둘러싸인 컨덕터를 가지는 수분 센싱 와이어를 기술한다. 외장은 전형적인 브레이드(braid)이고, 이것은 복합 확장 구조를 포함한다. 수분이 건조되면, 누전(leak) 위치가 감지되지 않을 수 있다.

[0010] 타쯔아 일렉트릭 와이어 앤 케이블 사(Tatsua Electric Wire & Cable Co., Ltd)는 빌딩에서의 수분 유입을 감지하기 위한 수분 누출 감지기를 제공한다. 이 시스템은 젖었을 때 수분의 존재를 감지하고, 일단 건조되면 본래의 절연 상태로 되돌아오는 자켓(jacket)이 구비된 컨덕터를 사용한다. 상기 재킷은 플라스틱 안 브레이드(plastic yarn braid)이다. 센서 케이블은 100m 길이까지 될 수 있다. 수분 감지 와이어의 하나의 유형은, 젖었을 때는 색깔이 변하고, 건조되었을 때는 색깔이 유지된다.

[0011] 일본특허 JP 187841 & JP 6187842는 원거리 통신 케이블에 사용되는 수분 감지 케이블을 기술한다. 구체적으로, 단일의, 얇은, 8 $\mu$ m 레이어의 셀룰로오스 에테르가 구비된 구리 컨덕터를 가지는 감지기로써, 상기 컨덕터는 가용성 레이어를 빌드 업하는 수분/알콜 용매의 2% 셀룰로오스 에테르 용액에 반복적으로 담귀 형성한다. 이 프로세스는 느리고 효율적이지 못하다. 게다가, JP 187841 & JP 6187842의 명세서에 개시된 코팅은, 파워 케이블이나 빌딩에서와 같은, 낮은 수분 레벨이 허용되어야 하는 상황에서의 사용에는 적합치 못하다. 왜냐하면, 그것은 수분에 너무 민감하여 너무 이른 폴트(fault) 표시를 생성할 수 있다. JP 6187842에 개시된 대안 가능한 물질은 "부분적으로 사포니피케이티드 폴리비닐알콜(partly saponificated polyvinyl alcohol)"이다. JP 187841 & JP 6187842는 사출 용해성이 있는 외장 물질(sheathing material)에 대해서는 기재되어 있지 않다. 이 문헌에는 균류 성장(fungal growth)되는 유기, 또는 반-유기 물질의 사용이 기재되어 있다. 따라서, 용해성 절연체에 항진 균제(fungicide)의 추가가 요구된다.

[0012] 수분 감지 와이어의 제조를 위한 더욱 효율적인 프로세스가 제공되는 것이 바람직하다.

[0013] 용해도가 조정된 용해성 코팅(a soluble coating)이 구비된 수분 감지기를 가지는 것이 바람직하다.

[0014] 수분이 더 이상 존재하지 않을 때, 수분 유입 위치를 제공할 수 있는 수분 감지 와이어 및 시스템이 제공되는 것이 바람직하다.

[0015] 멀리 떨어지고 드물게 사용되는 빌딩, 또는, 컴퓨터들이 설치된 것과 같은 고가의 시설물이 구비된 빌딩과 같은 빌딩 내로 원치 않는 수분 유입과 관련해서, 수분 유입의 감지는 또한, 중요하다.

[0016] 두 사례 모두, 우수한 접근도(good proximity), 수분 유입의 지점 위치를 결정하는 것이 바람직하다.

**발명의 내용**

- [0017] 본 발명은, 여러 관점들 중에서, 다른 출원들의 수분 감지 시스템에 대해 상이한 요구들에 기초한다. 예들 들어, 전자통신 케이블에서 수분 침투의 효과는 전력 케이블 안으로의 수분 침투의 효과와는 상이하다. 전자통신 케이블은 수분 침투에 더욱 민감한데 이는 결과적인 노이즈가 정보 신호들을 변질시킬 수 있기 때문이다. 반면 전력 케이블은 보다 긴 기간 동안 수분을 용인할 수 있다.
- [0018] 이와 유사하게, 빌딩의 물 침투 감지에서, 미량의 물방울을 감지하는 것은 바람직하지 않을 수 있지만, 많은 양의 물 침투를 감지하는 것은 필수적일 수 있다.
- [0019] 따라서, 본 발명은 수분 감지 케이블의 절연체로서 수용성(water-soluble) 물질에 주목하며, 그 물질은 둘 이상의 성분들, 그리고 적어도 제1 성분 및 제2 성분을 포함하고, 여기서 상기 제1 성분은 물에 대한 제1 용해도를 가지며 상기 제2 성분은 상기 제1 성분보다 더 낮은 용해도를 갖거나 물에 대해 불용성이다.
- [0020] 상기 제2 성분은 상기 물질에 대한 용해도 조절기(modifier)로서 작용할 수 있다.
- [0021] 상기 제2 성분은 실질적으로 물에 대해 불용성일 수 있다.
- [0022] 상기 제1 및 제2 성분들의 비는 상기 물질의 총 용해도를 제어하기 위해 조절될 수 있다.
- [0023] 상기 조절기는 나일론일 수 있다.
- [0024] 상기 조절기는 플라스틱들 또는 폴리머 물질일 수 있다.
- [0025] 상기 조절기는 상기 제1 성분보다 더 큰 분자량을 가질 수 있다.
- [0026] 상기 용해성 물질은 폴리비닐 알콜(PVA)일 수 있다.
- [0027] 상기 제2 성분은 폴리비닐 아세테이트일 수 있다.
- [0028] 상기 물질은 가소제(plasticizer) 없이 형성될 수 있다.
- [0029] 바람직하게는, 상기 물질은 살균제(fungicide) 없이 적용될 수 있다.
- [0030] 상기 물질은 압출 가능한 것일 수 있다.
- [0031] 상기 물질은 둘 이상의 용해성 성분들을 가질 수 있다.
- [0032] 상기 물질은 적어도 하나의 용해성 성분, 및 둘 이상의 불용성 성분들을 가질 수 있다.
- [0033] 상기 물질은 나일론 및 폴리비닐 알콜의 혼합물을 포함할 수 있다.
- [0034] 상기 폴리비닐 아세테이트는 상기 혼합물 중량의 5% 이하일 수 있다.
- [0035] 상기 폴리비닐 아세테이트는 0.02%일 수 있다.
- [0036] 상기 PVA는 상기 물질의 중량에서 75% 내지 98% 사이를 포함할 수 있다.
- [0037] 상기 PVA는 99.9% 일 수 있다.
- [0038] 상기 PVA는 상기 물질의 중량에서 95% 이상을 포함할 수 있다.
- [0039] 본 발명의 일 실시예에 따라, 적어도 제1 물질 및 제2 물질을 포함하는 수용성 코팅을 가진 적어도 제1 와이어를 포함하는 수분 감지 와이어가 제공되며, 상기 제2 물질의 용해도는 상기 제1 물질의 용해도 이하이다.
- [0040] 상기 케이블은 근사 제2 도전성 패스(proximate second conductive path)를 포함할 수 있다.
- [0041] 상기 감지 케이블은 제1 및 제2 와이어를 포함할 수 있으며, 상기 와이어들은 전술한 바와 같은 수용성 물질로 코팅되며, 상기 코팅된 와이어들은 인접 배치된다.
- [0042] 상기 코팅된 와이어들은 함께 비틀려질 수 있다.
- [0043] 상기 와이어는 스테인레스 스틸 와이어일 수 있다.
- [0044] 상기 와이어는 고전압 케이블에 통합을 위해 적합한 것일 수 있다.

- [0045] 상기 와이어는 빌딩 물 침투 감지 시스템의 사용에 적합한 것일 수 있다.
- [0046] 본 발명의 일 실시예에 따라, 디텍터 회로는 신호 소스 및 센서 와이어 회로에 연결된 디텍터를 포함한다. 상기 신호는 주기적으로, 간헐적으로, 또는 사용자 입력에 대응하여 적용될 수 있다.
- [0047] 상기 신호 소스는 DC 소스일 수 있다.
- [0048] 상기 디텍터는 발광 다이오드와 같은, DC 벨(bell) 또는 비주얼(visual) 알람일 수 있다.
- [0049] 본 발명의 다른 관점에 따라,
- [0050] 용해성 절연체를 갖는 하나 이상의 수분 디텍터;
- [0051] 디텍터 케이블에 연결 가능한 신호 소스로서, 측정 신호를 상기 디텍터 케이블에 적용하는 신호 소스;
- [0052] 상기 와이어의 임피던스를 주기적으로 또는 연속적으로 측정하는 임피던스 측정 수단(7.032)을 포함하는 모니터;
- [0053] 사전의 임피던스 측정들을 포함하는 메모리 수단(5.051);
- [0054] 상기 회로 측정이 미리 결정된 한계들 내에 있는지를 결정하는 프로세서 수단(5.040);을 포함하는 수분 침투 감지 시스템이 제공된다.
- [0055] 상기 모니터링 시스템은 전류 임피던스 측정을 미리 저장된 값과 비교하는 비교 수단을 포함할 수 있다.
- [0056] 상기 프로세서 수단은 상기 절연된 와이어 상에서의 낮은 임피던스 폴트(7.066)의 위치를 계산하도록 프로그램될 수 있다.
- [0057] 상기 모니터링 시스템은 상기 디텍터 와이어 및 상기 임피던스 측정 수단이 연결되는 임피던스 브릿지를 포함할 수 있다.
- [0058] 상기 측정 수단은 연속적 근사 아날로그-디지털 컨버터(successive approximate analog-to-digital converter)를 포함할 수 있다.
- [0059] 상기 케이블의 레이아웃은 빌딩의 특정 지점들에 대응하도록 매핑(mapping)될 수 있다.
- [0060] 상기 모니터링 시스템은 케이블에서 폴트까지의 거리를 산정하는 거리 산정 능력들을 포함한다.
- [0061] 상기 디텍터 와이어는 물리적 지점들에 대응하는 분리 가능한 세그먼트들일 수 있다.
- [0062] 상기 모니터는 상기 임피던스를 측정하기 위한 고해상도 연속적 근사 아날로그-디지털 컨버터(ADC)(successive approximate analog-to-digital converter)를 사용할 수 있다.
- [0063] 상기 디텍터 와이어는 상기 절연체가 수용성이 아닌 하나 이상의 바이패스 존(bypass zone)들을 가질 수 있다.
- [0064] 상기 바이패스 존들의 지점들은 상기 모니터 안으로 프로그램될 수 있다.
- [0065] 상기 모니터 장치는 거리 산정 능력들을 포함할 수 있다.
- [0066] 상기 모니터는 상기 절연체에서 장시간 변화들을 트래킹(tracking)할 수 있다.
- [0067] 상기 모니터는 시간 주기로 평균 독취(reading)를 결정할 수 있다.
- [0068] 상기 디텍터 와이어의 조건(condition)은 상기 측정들의 시간 평균의 기울기에 대한 분석으로부터 사정될 수 있다.
- [0069] 상기 거리 산정은 측정된 저항값들 또는 측정된 하나의 저항을 계산된 저항값과 비교하여 수행될 수 있다.
- [0070] 상기 모니터는 상기 디텍터 와이어의 미리 결정된 또는 미리 프로그램된 구역으로부터의 에러 표시들을 무시하도록 프로그램될 수 있다.
- [0071] 상기 시스템은 적어도 하나의 0이 아닌 저항 폴트, 및 하나의 0 저항 폴트를 감지하도록 프로그램될 수 있다.
- [0072] 상기 시스템은 상기 디텍터 와이어가 낮은 또는 중간 작동 온도에서 작동할 때 하나 이상의 측정들을 수행함으로써 보정될 수 있다.
- [0073] 상기 테스트 전압은 10V 내지 2000V 일 수 있다.

- [0074] 상기 테스트 전압은 10V 내지 500V 일 수 있다.
- [0075] 상기 테스트 전압은 10V 내지 50V 일 수 있다.
- [0076] 상기 테스트 전압은 DC 일 수 있다.
- [0077] 상기 모니터는 경고 장치를 포함할 수 있다.
- [0078] 본 발명은 또한, 수분의 존재 지점을 모니터링하는 방법으로서, 상기 지점에서 수용성 절연체를 가진 디텍터 와이어를 배치하는 단계와, 상기 디텍터 와이어의 임피던스를 주기적으로 또는 연속적으로 모니터링하는 단계와, 각각의 임피던스 측정치를 이전의 임피던스 값과 비교하는 단계와, 상기 와이어가 감소된 절연체의 영역을 갖는 지를 결정하기 위해 상기 비교 결과를 분석하는 단계를 포함하는 수분의 존재 지점을 모니터링하는 방법을 제공한다.
- [0079] 본 발명은 또한, 케이블의 저항을 반복적으로 측정하는 단계, 저항 측정값들을 비교하는 단계, 저항 강하(resistance drop)를 감지하는 단계, 및 상기 저항이 임계값 이하일 때 폴트 지시(fault indication)를 제공하는 단계를 포함하는, 용해성 코팅을 지닌 하나 이상의 와이어를 포함하는 전기적 패스(path)와 접촉하는 수분의 지점을 결정하는 방법을 제공한다.
- [0080] 상기 임계값은 와이어의 최저 환경 온도에서 상기 와이어의 저항으로부터 결정될 수 있다.
- [0081] 상기 방법은 이전-폴트(pre-fault) 저항에 대한 이후-폴트(post fault) 저항의 비율을 계산하는 단계, 및 누수(leak) 지점을 결정하기 위해 상기 비율에 의해 상기 케이블의 길이를 비례시키는(proportioning) 단계를 포함할 수 있다.
- [0082] 상기 저항을 측정하는 단계는 반복적으로 수행될 수 있으며, 상기 값은 후속 측정값들과의 비교를 위해 저장될 수 있다.
- [0083] 본 발명은 또한, 케이블에 연결되도록 마련된 테스트 신호 발생기, 및 테스트 신호가 상기 케이블에 적용될 때 상기 케이블의 특성을 모니터링하도록 마련된 디텍터를 포함하는, 케이블에서 수분의 존재를 결정하기 위한 시스템을 제공한다.
- [0084] 상기 시스템은 제2 변수에 대응하여 상기 모니터링된 특성을 조절하기 위한 수단을 포함할 수 있다.
- [0085] 상기 제2 변수는 온도일 수 있다.
- [0086] 실질적으로 균일한 온도 환경에 놓인 케이블의 경우, 미터 당 저항은 온도 변화에 대해 균일하게 변화할 것이며, 대부분의 금속들에 대해 저항과 온도 사이에는 양의 상관관계(positive correlation)가 있다.
- [0087] 상기 시스템은 폴트 존재 지시를 제공하기 위해 상기 디텍터에 반응하는 프로세싱 수단을 포함할 수 있다.
- [0088] 상기 프로세싱 수단은 케이블에서 폴트 지점을 제공하도록 마련될 수 있다.
- [0089] 본 발명은 또한, 케이블에서 측정 와이어 및 리턴 패스(return path)의 저항의 초기 측정을 인시튜(in situ)로 수행하는 단계, 상기 저항에 대한 하나 이상의 후속 측정들을 수행하는 단계, 및 저항의 변화들을 확인하기 위해 상기 후속 측정값들을 상기 초기 측정값들과 비교하는 단계를 포함하는, 케이블에서 수분의 존재를 결정하는 방법을 제공한다.
- [0090] 상기 방법은, 상기 디텍터 와이어의 저항을 측정하는 단계, 및 상기 저항이 미리 결정된 값 이하인 곳에서 폴트 지시를 제공하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0091] 상기 방법은, 상기 디텍터 와이어의 손상되지 않은 초기 저항을 결정하는 단계, 수분 투입에 의해 영향받은 상기 디텍터 와이어의 저항을 측정하는 단계, 및 상기 후속 저항값이 상기 초기 저항값 이하일 때, 일 지점까지의 거리 견적을 계산하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0092] 상기 방법은 온도 변화를 허용하도록 상기 측정값들을 조절하는 단계를 또한 포함할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0093] 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 단지 예로써 설명한다.  
도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수분 감지 케이블의 단면에 대한 개략도이다.

- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 수분 감지 케이블의 단면에 대한 개략도이다.
  - 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 디텍터 와이어를 도시한다.
  - 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 수분 감지 구조의 개략도이다.
  - 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 모니터의 개략도이다.
  - 도 6은 도 5의 모니터가 조립될 수 있는 디텍터 박스의 개략도이다.
  - 도 7은 절연체의 일부분이 분해된 센서 와이어의 개략도를 도시한다.
  - 도 8은 프로세서 및 종단 임피던스(terminating impedance)를 구비한 센서 와이어를 개략적으로 도시한다.
  - 도 9는 바이패스 영역을 포함한 모니터 시스템을 개략적으로 도시한다.
  - 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 수분 모니터링 시스템의 작동 방법을 도시한다.
  - 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 일 방법의 상세한 흐름도이다.
  - 도 12, 13 및 14는 본 발명의 실시예들에 따른 수분 감지 와이어들을 포함한 케이블 구조들을 개략적으로 도시한다.
  - 도 15는 스크린에 수분 센싱 와이어가 구비된 단일 코어 케이블의 일 단면도이다.
- 도면에서 사용된 번호 부여 방식은 마침표 앞의 수는 도면 번호를 가리키며 마침표 이후의 수는 구성의 참조 번호를 가리키는 것이다. 여러 도면들에서 동일한 구성의 참조 번호는 대응하는 구성을 가리키도록 사용된다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0094] 도면들에 도시된 실시예들을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다. 제1 단계에서, 수분 유입 케이블(water ingress cable)이 빌딩 내에 배치되도록 마련되며, 제2 단계에서, 수분 센서 와이어(또는 케이블)가 파워 케이블에의 통합을 위해 마련된다. 이들 두 단계에서, 상기 수분 센서 와이어와 수분 사이의 접촉 지점을 산출하기 위해 상기 수분 센서 와이어에 모니터 장비가 부착될 수 있다.
- [0095] 바람직한 용해성 물질은 폴리비닐알콜(PVA: polyvinyl alcohol)이다. PVA는 그것의 용점(melting point)이 그것의 분해점(decomposition point)과 대략 동일하기 때문에 압출(extrusion)에 적합하지 않다. 따라서 본 출원인은 PVA와 폴리비닐아세테이트(polyvinyl acetate)의 혼합물을 사용한다. 이 혼합물은 그것의 용해성(solubility)이 PVA 자신의 용해성에 비해 낮다는 점에서 추가적인 이점을 갖는다. 본 출원인은 Kuray POVAL CP-1000 및 CP-1210을 사용한다. PV 아세테이트에 대한 PV 알콜의 비는 25/85로부터 85/25까지 변할 수 있다. 바람직하게는, PV 아세테이트의 비는 35% 내지 70% 이다.
- [0096] PVA는 폴리비닐아세테이트로부터 제조될 수 있다. 폴리비닐아세테이트는 물에 대해 실질적으로 불용성이다. 폴리비닐아세테이트는 PVA로 완전히 또는 부분적으로 변환될 수 있으며, PVA/폴리비닐아세테이트의 다양한 비율로 제조될 수 있다. 폴리비닐아세테이트는 흡습성이며, 수분 존재시 팽창한다.
- [0097] 상기 두 폴리머들에 대한 분자식은 다음과 같다:
- [0098]

폴리비닐아세테이트	폴리비닐알콜
-----------	--------
- [0099]

$\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{O}_2\text{CCH}_3}{\text{CH}} \right]$	$\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} \right]$
---	--
- [0100] 요구되는 용해성을 지닌 PVA/폴리비닐아세테이트 혼합물의 조합(combination)을 사용하여 진보적 시스템이 얻어질 수 있다. 이러한 혼합물은 센서 와이어로 압출될 수 있다.
- [0101] 본 발명의 일 실시예에서, 나일론의 특성들 중 일부를 포함하지만 PVA에 비해 감소된 용해성을 지닌 자켓을 제공하기 위해, PVA 또는 PVA/폴리비닐아세테이트는 나일론과 같은 다른 물질과 혼합될 수 있다. 유사하게, 바람직한 특성들을 지닌 폴리머 물질들이 나일론을 대체할 수 있다. 나일론의 중량 퍼센트는 40% 내지 80%일 수 있으며, 나머지 중 대부분은 용해성 PVA 또는 PVA 및 폴리비닐아세테이트이다.

- [0102] 도면들에 도시된 실시예들을 참조하여 본 발명을 설명한다.
- [0103] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 와이어 구조(1.002)의 일부에 대한 개략도이다.
- [0104] 상기 센서 와이어 구조는 절연 자켓(1.006)에 둘러싸인 센서 와이어(1.004)를 포함한다. 상기 절연체는 두 개 이상의 성분들을 가질 수 있으며, 그것들 중 적어도 하나는 용해성이다. 상기 절연체의 가용성 성분은 용해성 물질로 제조될 수 있으며, 상기 용해성 물질은 예로써, 용해성 성분으로서 비닐알콜/비닐아세테이트 공중합체(copolymer) 또는 폴리비닐아세테이트를 일부 포함하는 고분자 화합물(polymer composition)이다. 용해도의 정도는 용해성 성분의 비율을 조절함으로써 조절될 수 있다. 상기 절연체는 가소제(plasticizer) 없이 형성될 수 있다. 상기 절연체는 수분 또는 물에 노출시 실질적으로 용해되도록 마련될 수 있다.
- [0105] 상기 와이어는 스테인레스 스틸과 같은 적합한 어떤 물질로 제조될 수 있다. 상기 센서 와이어(1.004)는 통상적인 전기적 도전체 와이어에 비해 높은 저항을 가질 수 있다.
- [0106] 상기 절연체에 공동(cavity)이 없고 그 절연체가 양호한 부착성을 지니는 것을 보장하기 위해, 상기 와이어는 그 위에 상기 용해성 절연체가 압출되기 이전에 전처리된다(pre-treated). 따라서 상기 와이어는 대략 그 압출물의 용점까지 사전-가열(pre-heating)될 수 있다. 이는 상기 와이어가 압출기에 투입되기 직전에 행해질 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 상기 절연된 와이어는 압출 이후 절연체 내의 응력을 감소시키기 위해 열처리될 수 있다.
- [0107] 상기 센서 와이어(1.004)는 리턴 컨덕터(1.008: return conductor) 부근에 배치된다. 도시된 실시예에서, 상기 리턴 컨덕터는 상기 센서 와이어 절연체(1.006) 둘레에 권취된 와이어이다. 하지만, 상기 센서 와이어 및 리턴 컨덕터의 다른 구성들도 본 발명의 범위 내에 속한다.
- [0108] 상기 리턴 와이어(1.008)는 적합한 도전성 와이어로 제조될 수 있으며, 또한 그것은 상기 센서 와이어와 동일 물질로 제조될 수 있다.
- [0109] 아래에서 설명될 바와 같이, 상기 와이어는, 요구되는 길이로 제조될 수 있고, 물 또는 과도한 수분의 유입을 감지하고자 하는 영역에 배치될 수 있으며, 케이블을 따라 절연이 실패한 거리를 결정하도록 마련된 모니터링 장비에 연결될 수 있다.
- [0110] 대안적으로, 상기 와이어는 각 단부에 상보적 커넥터들이 마련된 개별 세그먼트들(segments)로 제조될 수 있으며, 따라서 다수의 세그먼트들이 직렬로 연결될 수 있다.
- [0111] 도 2는 도 1에 도시된 바와 같은 센서 와이어 구조를 포함하며 외측 자켓(2.010)을 지닌 케이블의 개략도이다. 상기 외측 자켓은 절연성이며 수분 침투성이다.
- [0112] 도 3은 두 개의 와이어가 용해성 자켓으로 절연된, 본 발명의 추가 실시예를 도시한다. 상기 두 개의 와이어(3.004, 3.003)은 용해성 절연 자켓(3.005, 3.007)을 갖도록 형성된다. 그것들은 공동-압출(co-extrusion)될 수 있다. 3.011로 보여지는 바와 같이, 상기 절연 자켓들은 연결될 수 있다. 따라서 상기 센서 와이어는 실질적으로 도 8의 단면을 가질 수 있다.
- [0113] 추가 변경예에서, 두 개의 와이어들은 센서 와이어일 수 있다. 즉, 두 개의 와이어들은 고 비저항 와이어(higher resistivity wire)로 제조될 수 있다.
- [0114] 추가 실시예에서, 용해성 절연체를 지닌 두 개의 독립적인 와이어들이 공지된 기술들을 사용하여 함께 비틀려질 수 있다.
- [0115] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 수분 감지 시스템을 개략적으로 도시한다.
- [0116] 상기 시스템은 신호 생성기(4.030: signal generator) 및 신호 감지기(4.032: signal detector)를 포함한다. 상기 생성기는 예로써, 상기 센서 와이어(4.034) 및 리턴 와이어(4.038)에 연속적으로 연결된 DC 전원일 수 있다. 이 예에서, 상기 감지기는 전류계(current meter)이며, 그것의 출력은 입력 신호 전압과 함께, 상기 센서 와이어들 및 리턴 와이어를 포함하는 회로의 저항을 계산하기 위해 사용될 수 있다.
- [0117] 상기 절연체가 건조하며 온전한 경우, 전류는 전혀 흐르지 않으며, 저항은 명목상으로 무한대이다.
- [0118] 하지만, 상기 절연체가 용해된다면, 상기 센서 와이어(4.034)와 상기 리턴 와이어(4.038)는 접촉됨으로써 폐회로(closed circuit)를 도출하게 되고, 그 회로는 상기 절연체가 용해된 지점에 이르는 상기 센서 와이어 및 리턴 와이어의 길이에 대한 저항을 갖는다. 따라서, 상기 와이어들의 저항이 알려지면, 상기 케이블을 따라 폴트

(fault)까지의 거리가 산출될 수 있으며, 이때 접촉 저항은 미미한 것으로 가정한다. 주어진 전압에 대해 전류를 거리로 변환하는 차트가 제공되거나, 전압(V) 및 전류(I)로부터 저항(R)을 계산하기 위해 옴의 법칙을 사용하여 그 산출이 수행될 수도 있으며, 상기 거리(L)는 상기 와이어의 선 저항  $\rho$  (Ohms/m) 및 측정된 저항 R로부터 산출될 수 있다. 따라서,

[0119]  $R = V/I$  (1)

[0120]  $L = R/\rho$  (2)

[0121] 여기서 "선 저항(linear resistance)" 이라는 용어는 상기 센서 와이어의 단위 길이당 저항을 Ohms/m 으로 나타내기 위해 사용된다.

[0122] 따라서, 상기 센싱 와이어의 배치가 매핑(mapping)되어 상기 센싱 와이어를 따르는 특정 거리들이 특정 지점들에 대응된다면, 누설(leak)이 일어나는 영역이 결정될 수 있다.

[0123] 상기 공식들로부터 거리(L)를 계산하기 위해 프로세서 또는 다른 계산 수단이 사용될 수 있다.

[0124] 다른 신호 소스들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 펄스 생성기, 삼각 펄스 생성기 또는 교류 신호 생성기와 같이, 시간이 변화하는 신호 생성기가 호환 가능한 감지기와 함께 사용될 수 있다.

[0125] 도 5 및 6은 본 발명의 일실시예에 따른 모니터를 나타낸다. 상기 센서 와이어는 두 개의 링 플러그의 소켓이 될 수 있는 상기 케이블 커넥터(5.042) 또는 각각의 와이어 커넥터들(6.041, 6.043)에 연결된다. 신호 조절 및 증폭 회로(5.044)의 입력은 상기 센서 와이어 커넥터(5.042)로부터 받고, 상기 신호 조절 및 증폭 회로(5.044)의 출력은 지속적으로 상기 저항을 비교하는 마이크로 컨트롤러(5.040)에 연결된 아날로그 투 디지털 컨버터(ADC)에 적용되어, 폴트(fault)가 저항의 감소로 감지될 때, 상기 케이블에 따라서 상기 폴트의 거리가 계산된다.

[0126] 신호 조절 및 증폭 회로는 임피던스 브릿지를 포함할 수 있다.

[0127] 상기 ADC(5.046)은, 예를 들어, 고정밀도 연속 근사(a high resolution successive approximation) ADC 일 수 있다.

[0128] 상기 마이크로 컨트롤러는, 예를 들어, 폴트 표시, 폴트 위치 계산, 교정 정보, 시간과 데이터 정보, 및 장기 임피던스 측정 등의 정보와 측정값을 저장하는 메모리(5.051)를 가질 수 있다.

[0129] 폴트가 감지되었을 때, 알람 출력이 발생되고, 이것은 빛이 번쩍이는 알람 라이트(5.062) 또는 부저(5.064)를 통해 표시된다.

[0130] 상기 유저 인터페이스는 푸쉬 버튼(5.054, 5.056, 5.058, 5.060)과 비주얼 디스플레이부(5.052)에 의해 제공된다. 상기 푸쉬 버튼은 상기 디스플레이부에 연결되는 것처럼 도식적으로 보여지는 반면 상기 푸쉬 버튼으로부터의 실제 콘트롤은 상기 마이크로 컨트롤러(5.040)을 통해 이루어진다. 또한, 상기 콘트롤러에는 전원부(5.048)와 클락(5.050)이 연결된다.

[0131] 상기 모니터는 하나 이상의 센서 와이어로 모니터에 채택될 수 있다. 상기 푸쉬버튼은 유저에게 상기 시스템의 특성들(features)을 제어하고, 상기 알람을 리셋하게 할 수 있다.

[0132] 모니터되는 상기 에어리어는 보통 무인(unattended) 또는 멀리 떨어지고, 상기 알람을 상기 알람이 관찰될 수 있는 다른 위치로 중계할 수 있도록 커뮤니케이션 장치가 제공될 수 있다. 상기 커뮤니케이션은 무선, 전화, 인터넷 또는 다른 적합한 커뮤니케이션 링크나 네트워크에 의해 전달될 수 있다.

[0133] 도 6은 도 5의 배치를 포함하는 장치를 도식적으로 나타낸다.

[0134] 도 7은 상기 절연체가 용해되고 있는 부분으로부터의 센서 와이어(7.034)를 나타내고, 그래서, 다른 와이어(7.038)가 7.066에서 상기 센서 와이어에 접촉된다. 위에 언급한 바와 같이, 양 와이어들은 용해성 절연체를 가질 수 있다. 이러한 배치에서는, 상기 와이어들의 종단부가 오픈 회로를 이루고, 그래서, 폴트가 존재하지 않고, 전류 흐름이 없다. 그러나, 상기 절연체가 용해되고, 상기 와이어들이 센서 와이어(7.066)에 접촉되면, 전류가 상기 회로에 흐른다. 상기 전류의 양은 상기 신호 생성기(7.030)로부터의 전압 및 상기 신호 생성기부터 상기 쇼트 회로(short circuit)(7.066)까지의 상기 와이어들(7.034, 7.038)의 저항으로부터 결정된다. 이 전류는 전류계(7.032)에 의해 측정되고, 상기 전류계의 리딩이 상기 폴트(7.066)에 거리 표시로 나타난다. 따라서, 상기 전류계는 상기 와이어와 상기 전압의 선 저항에 기초한 스케일(scale)이 제공되는 것으로 길이가 표시되는

것이 채택될 수 있다.

- [0135] 도 8은 본 발명의 상기 센서 와이어(8.034,8.038)가 중단 임피던스(8.070)로 중단되는 것이 도시된 추가적인 실시예를 나타낸다. 만약, 상기 중단 임피던스(8.070)가 커패시터(capacitor)나 인덕터와 같이, 반응 요소(reactive element)라면, 용량성 임피던스  $ZC = 1/j\omega C$ , 유도성 임피던스  $ZL = j\omega C$  이기 때문에, 상기 선(line)의 임피던스는 주파수 감응식(frequency sensitive)이 될 수 있다.
- [0136] DC 시험 전압과 용량성 터미네이션을 위한 이러한 수단(means)은, 정상 상태 임피던스가 무한하고, 교류신호(alternating signal) 동안, 상기 용량성 임피던스  $ZC$ 가 "가로로"(90° 에서) 상기 저항에 더해진다. 충분한 고주파수를 가지는, 선 커패시턴스를 무시하면, 용량성 터미네이션 임피던스는 무시되어질 수 있다.  $Z = R1 + (R2 * ZC) / (R2 + ZC)$ , 여기서 R1은 상기 폴트의 측정기(meter) 측면 위에 상기 센서 와이어들의 상기 저항이고, R2는 상기 폴트의 다른 측면 위에 상기 센서 와이어들의 상기 저항이다. 그러므로, R1 + R2 는 상기 센서 와이어의 총 저항이다.
- [0137] 본 실시예에서는, 폴트가 저항 임피던스(8.068)를 생산하는 것을 추정한다.
- [0138] 따라서, DC 출력 신호를 위한, 용량성 터미네이션을 가진 저항 폴트가 있는 곳에서는, 상기 측정된 저항은,  $ZC$ 가 무한하다면,  $RD = (R1 + R4)$ 이다. 고 주파수를 위해, 상기 측정된 임피던스는,  $ZC$ 를 무시한다면, 대략  $RH = (R1 + (R2*R4) / (R2 + R4))$ 이다. 상기 센서 와이어 임피던스  $RS = (R1 + R2)$ 가 상기 와이어의 길이, 그것의 선 저항, 및 DC와 고 주파수로 측정될 수 있는 상기 임피던스로부터 알려진다면, 상기 3차 연립 방정식은 알려지지 않은 R1, R2 및 R4가 풀이된다. 비슷한 분석은 유도성 터미네이션을 위해 수행될 수 있다. 물론, 실제로, 상기 선(line)은 복합 임피던스로 존재한다.
- [0139] 그러므로, 리액티브 터미네이션(reactive termination)과 함께, 상기 센서 와이어로 두 개의 시험 신호, DC 신호 생성기(8.074)로부터의 DC 신호 및 고주파(hf) 신호 생성기(8.076)로부터의 고 주파수 신호를 적용하는 것에 의해, 상기 폴트의 위치가, 상기 폴트가 저항 접촉할 때조차도, 적절한 DC와 hf 감지기(8.032,8.080)을 사용하여 꽤 정확하게 결정된다. 초크(8.78), 커패시터(8.082), 대응 DC 및 hf 감지기와 같은, 적합한 필터링과 함께, 상기 DC와 hf 신호는 동시에 적용될 수 있고, 동시에 대응되는 리딩(readings)이 처리된다.
- [0140] 대체 가능한 배치에서, 상기 임피던스(8.070)는 상기 제 1 임피던스 폴트(8.068)와 상기 감지기 와이어의 단부 사이에 위치한 쇼트 회로 폴트를 대신한다. 이 케이스에서는, 상기 모니터는 임피던스 네트워크 알고리즘을 사용하여 프로그램될 수 있고, 기본적으로, 예를 들어, 테브넨의 정리(Thevenin's theorem) 또는 다른 적절한 임피던스 네트워크 분석 툴이, 상기 임피던스 값을 계산하는데 사용될 있다.
- [0141] 상기 시스템의 교정은 가급적, 상기 케이블이 낮은 온전 온도인 동안, 또는, 그것이 언 로드되고 가장 낮은 주위 온도인 동안 수행되어, 최소 임피던스 측정이 제공될 수 있다. 가급적, 상기 케이블은 한 동안, 예를 들어, 하루나 이틀 동안 모니터링되고, 상기 리딩(readings)은 최소값 또는 평균값을 결정하기 위해 분석되고, 이 값은 한계 참조 값(a threshold reference value)으로써 사용된다. 따라서, 만약 측정이 이 값보다 아래로 떨어지거나 또는 미리 결정된 양에 의한 이 값 아래로 떨어진다면, 알람이 개시될 수 있다.
- [0142] 상기 케이블은 상기 케이블의 수분 특성에 장기 경향을 찾기 위해 정기적으로 모니터링된다.
- [0143] 상기 장기(long term) 동안 소요된 일련의 측정들은 상기 측정들의 장기 평균으로부터 상기 용해성 절연체의 상기 절연체 특성들의 추이(drift)의 기록을 제공할 수 있다.
- [0144] 도 9는 바이패스 세그먼트를 가지는 상기 센싱 케이블의 시스템, 즉, 상기 센싱 케이블 위의 상기 절연체가 용해되지 않은 지역을 도시한다. 상기 센싱 케이블은 용해성 절연체를 가지는 제 1 세그먼트(9.36) 및 제 3 세그먼트(9.037)를 가진다. 그러나, 중간 세그먼트(9.079)는 비용해성 절연체를 가진다. 이것은 상기 바이패스 세그먼트가 가까이 위치되기 때문이며, 예를 들어, 상당한 온도 변동의 원인에 따라, 그 세그먼트의 상기 임피던스가 쇼트 타임 기간 동안 변동되게 되고, 이 상대적인 임피던스에 급격한 변동은 누설 폴트로서, 상기 모니터(9.073)에 의해 잘못 해석될 수 있다. 상기 바이패스 세그먼트에 상기 와이어는, 또한, 상당히 낮은 비저항(resistivity)을 가질 수 있고, 그래서, 상기 바이패스에서의 저항의 어떤 변동은 상당하지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 바이패스 와이어가 구리로 이루어질 수 있는 반면, 상기 센싱 와이어는 스테인레스 강으로 이루어질 수 있어, 상기 센싱 와이어는 구리보다 큰 규모의 비저항 연대 오더(a resistivity several orders)를 가진다. 이러한 바이패스가 손상이 원인이 아닌 것으로 계산된 물방울(condensation)이 되는 빌딩의 지역에 위치될 수 있다.

- [0145] 아니면, 상기 모니터는 상기 온도 유도 임피던스 변동(temperature induced impedance fluctuations)를 확인하고, 그들이 하는 것이 폴트를 구성하는 것이 아니라는 것을 인식하기 위해 프로그램될 수 있다. 이 케이스에서는, 상기 바이패스 세그먼트는 여전히 용해성 절연체를 포함할 수 있다.
- [0146] 도 10은 본 발명에 따른 수분 모니터링 시스템의 작동 방법을 나타낸다. 제 1 스텝은, 10.102에서 프로세스가 시작하고, 클락(10.122)의 제어 하에, 측정이 수행되고, 메모리(10.104)에 시간과 날짜 정보가 10.106에서 저장된다. 초기 리딩 동안, 상기 모니터의 메모리는 어떤 측정값도 포함하지 않는다. 그러나, 초기 사이클 후에, 상기 시스템은 무빙 에버리지(moving average)에 빌드 업(build up)되거나, 순차적인 측정에 포함될 수 있다. 각각의 순차적인 측정은 상기 교정값 또는 상기 무빙 에버리지를 10.110에서 비교하고, 만약 그것이 미리 지정된 한계치 내라면, 10.112에서 상기 시스템은 굵(good)으로 고려되고, 상기 다음 측정 사이클이 가능해진다. 그러나, 상기 측정이 미리 계산된 한계치 밖이면, 상기 측정은 추가적으로 그것이 드리프트(drift)인지 폴트 표시인지 10.144에서 분석된다. 만약 그것이 상기 절연체 특성에 드리프트 표시로 결정된다면, 이것은 10.116에서 리코더(recorder)로 된다. 그러나, 만약, 폴트가 표시된다면, 상기 위치가 계산되고 상기 연대순 정보(chronological information)와 함께 10.118에서 리코드되어, 10.120에서 알람이 개시된다. 그리고, 상기 시스템은 그 후 다음 측정 사이클을 위해 스텝이 되돌아간다.
- [0147] 도 11에 도시된 방법에서는, 11.154에서 초기 체크(11.154)가 교정 정보로 만들어지고, 그 후, 아날로그 전압(11.160)이 11.162에서 상기 타임 클락(11.162)과 함께 11.160에서 체크되고, 상기 저장되고 디스플레이된 정보가 업데이트된 것이 나타난다. 11.172에서 상기 교정 데이터를 비교하기 전에, 11.166에서 상기 센서 케이블로부터 상기 아날로그 입력이 리드되고, 및 11.168, 11.170에서 필터된다. 만약 폴트를 가리키는 상기 센싱 데이터가 다수의 리딩 동안 지속적으로 리포트되지(reported) 않는다면, 상기 시스템은 상기 루프 포인트(11.158)로 스텝이 되돌아간다. 만약 폴트를 가리키는 상기 센싱 데이터가 다수의 리딩 동안 지속적으로 리포트되면, 예를 들어(10), 그러면, 11.176에서 알람이 생성되고, 11.178에서 상기 디스플레이가 업데이트되며, 11.180에서 상기 시간 데이터가 저장된다. 상기 알람 데이터는 11.184에서 저장된다.
- [0148] 시간 딜레이 후에(11.186), 11.188에서 상기 센스 케이블로부터의 상기 아날로그 입력은 리드되고, 11.190, 11.192에서 필터되고, 11.194에서 상기 알람 데이터와 비교된다. 만약, 11.196에서 일치(match)가 없으면, 상기 시스템은 루프 포인트(11.182)로 스텝이 되돌아간다. 만약 거기에 일치가 있으면, 11.198에서 상기 폴트의 위치는 계산되고 디스플레이되고, 11.200에서 상기 폴트 데이터가 메모리에 저장되며, 11.202에서 상기 알람이 작동된다.
- [0149] 도 12에는 절연된 코어(12.224 / 12.226, 12.228 / 12.239, 12.238 / 12.240)을 가지는 세 개의 코어 케이블(12.222)과, 스크린(12.232), 자켓(12.234) 및 두 개의 와이어 수분 감지기 케이블(12.236)이 도시된다.
- [0150] 상기 감지기 케이블(12.236)은 상기 절연된 코어들 사이 틈에 위치된다. 그래서 상기 케이블 내부에 관통하는 수분이 상기 감지기 케이블(12.236)에 의해 감지될 수 있다.
- [0151] 전원 케이블 어플리케이션에서, 상기 센서 와이어는 각각 백 미터(metres) 또는 그 이상일 수 있다.
- [0152] 도 13은 도 12와 유사한 케이블 구조를 도시하며, 다만 단일의 물 감지기(13.236)이 사용되며 스크린(13.232)에 인접 배치된다는 점에서 차이가 있다. 이러한 경우, 상기 스크린이 리턴 와이어로서 사용된다.
- [0153] 도 15는 스크린(15.232)에 물 감지 와이어가 구비된 단일 코어 케이블의 단면을 도시한다. 상기 케이블은 스크린(15.232)에 의해 둘러싸인 절연층(15.250)을 지닌 코어(15.224), 및 외측 자켓(15.234)을 갖는다. 상기 스크린은, 나선형으로 권취된 구리 또는 알루미늄과 같은, 복수의 도전체 와이어들로 형성된다. 물 감지 와이어(15.252)가 스크린 내의 와이어들 중 하나를 대체할 수 있다. 물 감지 와이어로 이루어진 용해성 자켓이 분해될 때, 디텍터 도전체 와이어는 인접한 스크린 와이어와 접촉할 수 있다. 이러한 구조에 의해 외측 자켓(15.234)의 침투가 감지될 수 있다. 추가 실시예들에서, 두 개 이상의 감지기 와이어들은 스크린(15.232) 내에 통합될 수 있다.
- [0154] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 물 유입 감지 시스템에 대한 개략적 블록도이다. 전력 케이블은 세 개의 코어를 가지며 단일의 디텍터 와이어(14.236)는 스크린(14.232)에 인접 배치된다. 모니터 단부에서, 스크린 및 디텍터 와이어는 단일 제너레이터(14.240) 및 단일 디텍터(14.242)를 포함하는 모니터 시스템에 연결된다. 예를 들어, 상기 제너레이터는 DC 펄스를 발생시킬 수 있으며, 상기 단일 디텍터는 결과적인 전류를 측정할 수 있다. 상기 케이블이 온전하고, 상기 디텍터 와이어(14.036)의 단부(distal end) 및 상기 스크린이 개방 회로(open circuit)라면, 어떠한 전류도 감지되지 않아야 한다. 하지만, 상기 디텍터 와이어의 용해성 절연체가 상기 디텍

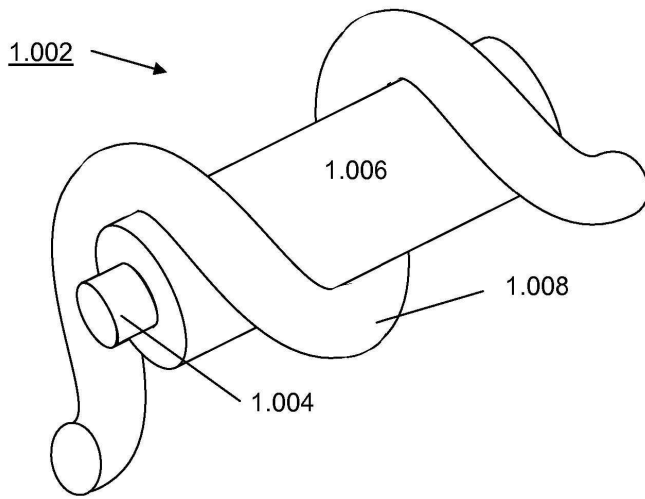
터 와이어의 길이를 따라 어떤 지점에서 분해되었다면, 전류가 흐를 것이다. 그 전류는 상기 케이블을 따라 모니터 단부로부터의 거리에 반비례할 것이며, 상기 디텍터 와이어 도전체의 저항에 비례할 것이다. 따라서 상기 케이블의 모니터 단부로부터 폴트(fault)의 거리를 산출하는 것이 가능해질 수 있다.

- [0155] 조인트들(joints)에서, 연속성을 유지하기 위해 그리고 조인트의 모니터링을 제공하기 위해, 짧은 길이의 특수 절연 와이어가 사용된다. 케이블 유형에 따라, 특수한 센싱 와이어들이 도입된다. 예로써, 중간 전압 또는 높은 전압 케이블에 대해, 상기 센싱 와이어는, 상기 도전체 스크린 위에 스크린 와이어들 또는 구리 테이프가 함께 포함된, 고강도이고 특수 절연된 와이어일 수 있으며, 이러한 와이어는 제조 및 조작에 대해 충분히 강인하다.
- [0156] 상기 용해성 절연 물질은, 통상적인 조작시 그 물질이 서비스시 존재할 수 있는 작은 양의 수분에 의해 영향받지 않을 것을 보장하도록 설계된다.
- [0157] 상기 디텍터 와이어 자켓이 수용성이기 때문에, 상기 디텍터 케이블 제조 도중 통상의 수냉 압출 공정이 사용될 수 없다. 따라서, 상기 디텍터 와이어 상에 상기 수용성 자켓을 압출한 후, 상기 피자켓된(jacketed) 디텍터 와이어는, 공기 중에서, 또는, 상기 자켓에 영향을 미치지 않는 액체를 포함한 액체 통(liquid trough) 내에서 냉각된다.
- [0158] 전술한 바와 같이, 조건(condition) 모니터링을 위해, 전자 모니터링 및 폴트 리포트 시스템이 각각의 케이블의 센싱 와이어에 부착될 수 있다.
- [0159] 상기 전자 모니터링 모듈은 표준 파워 출력부(standard power outlet) 또는 원격 배터리 공급부로부터 전력이 공급될 수 있으며 복수의 케이블들에 대한 모니터링을 위해 연쇄적 연결(daisy chain)될 수 있다. 각각의 모듈은 커스텀 마이크로-컨트롤러(custom micro-controller), 고정확도 아날로그-디지털 컨버터들, 필터링 부품들, 알람 출력부들, 대량 메모리 공간, 읽기 용이한 LCD 디스플레이 및 실시간 클락(clock)을 포함한다.
- [0160] 케이블의 손상이 발생하면, 상기 모니터 모듈은 실시간으로 케이블 특성들의 변화를 측정하여 그 값들을 '공지의 양호한(known good)' 케이블과 비교한 후 시간 및 데이터 스탬프(stamp)에 따라 에러 코드를 기록한다. 이러한 정보는 내장 LCD 디스플레이로 서비스 업자에게 보여진다. 상기 센싱 케이블의 본질로 인해, 그 손상의 위치가 산정될 수 있다(일반적으로 서브-미터(sub-metre) 정확도로). 상기 손상은 시간 주기로 보여질 수 있으며 상기 제어 전자장치들이 폴트를 즉시 기록하는 반면 상기 시스템은 폴트 지점을 바로 보여줄 필요가 없음을 유의해야 한다. 일반적으로 상기 시스템은, 손상의 심각성 및 물 침투량에 따라, 폴트 조건을 안정화한 후 수 분 내지 수 시간의 주기 이후 상기 손상 위치를 보여줄 것이다. 폴트 조건들은 파워 고장(power failure) 발생시 상기 모듈에 의해 메모리에 유지된다.
- [0161] 디스플레이 내에 설치된 모듈들 상에 폴트 조건들을 디스플레이하는 것에 추가하여, 데이터는 릴레이 출력(relay output)을 통해 서브-스테이션 SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition) 시스템으로 입수되며, 또는 선택적으로 데이터는 GSM을 통해 오프 사이트 모니터링(off site monitoring)을 위해 전송된다.
- [0162] 일 실시예에서는, 예로써 도 5에서 5.042에, 휘트스톤 브릿지(Wheatstone bridge)의 절반에 그라운드된 회로 테스트 장비에 케이블 브래드(braid)(어스 쉴드(earth shield))가 부착된다. 이것에 의해 상기 시스템이 서브스테이션 어스(substation earth)로서 완전히 고립되고 케이블 그라운드(cable ground)가 달라질 수 있게 되는 것이 보장된다.
- [0163] 상기 브릿지의 나머지 절반은 +24VDC에 대해 감지 케이블 상에 유도되는 순간적인 노이즈를 오프셋시키기 위해 제2 ADC 채널에 기준 전압을 공급하고 있다.
- [0164] AC 노이즈는 상기 감지 케이블로부터 입력 신호를 수동적으로 필터링(인덕터)함으로써 제거된다.
- [0165] 16 비트 ADC(analog-to-digital converter)가 (24VDC) 신호를 샘플링하기 위해 사용되며, 상기 단계들로부터의 감지 신호가 기준(reference)으로서 정밀 전압 소스로 공급된다.
- [0166] 마이크로-컨트롤러는 50Hz 까지 ADC를 읽는다.
- [0167] 산발적 독취들(sporadic readings)을 더 감소시키기 위해 평균값 독취 이후 하이 및 로우 패스 필터링(high and low pass filtering)이 수행된다.
- [0168] 후속 정보가 이제 계산될 수 있다. 총 케이블 저항, 파워 공급 노이즈 플로어(power supply noise floor), 그리고 고 시간 주기로 독취(reading)들을 수행함으로써 시간에 대한 저항 변화가 결정될 수 있다.

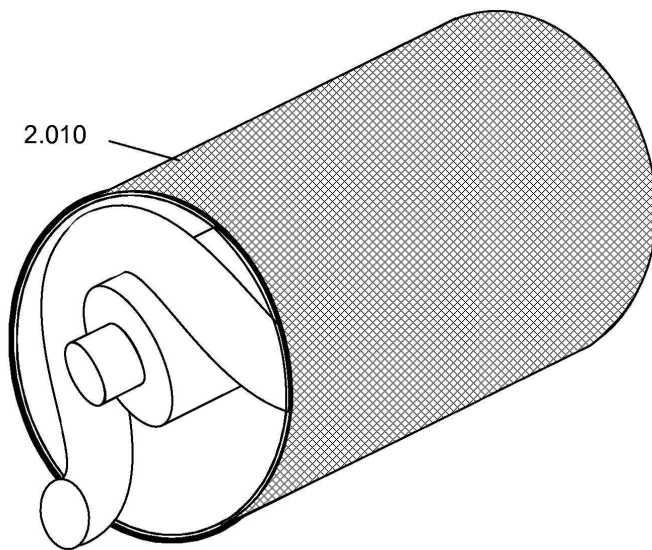
- [0169] 이들 데이터에 대한 시작 시각(start time)이 추가 기준을 위해 저장된다. 상기 인자들 중 어떤 것이 변하면, 그 변화는 EEPROM에 저장되며, 그 변화의 크기에 따라, 폴트(fault)가 플래그된다(flagged).
- [0170] 폴트가 일단 감지되면, 상기 시스템은 저항  $\Delta R$ 의 변화를 기본적으로 관찰하는 '관찰' 모드로 돌입하며 변화가 느릴 때(변화가 선형적일 때) 그 폴트 지점이 기록되고 시스템 LCD 디스플레이 상에 디스플레이된다.
- [0171] 상기 센싱 와이어들은, 예로써 단일 코어 및 3(three) 코어 MV 및 HV 케이블들로, 통합될 수 있다.
- [0172] 3(three) 코어 케이블들에 대해, 스크린들의 영역에 적용된 물 팽창성 테이프들(water swellable tapes)은 케이블을 따라 물의 전진을 제한하지 않으며 이는 단일 코어 설계들에 대해서도 마찬가지라는 것이 발견되었으며, 따라서 많은 재료가 종종 필요하다. 그리하여 이러한 경우 케이블의 긴 길이들이 물에 젖지 않고 이후 물이 조인트들에 유입될 수 있으려면 물 감지가 매우 중요하게 된다.
- [0173] 구리 와이어들과 접촉하는 알루미늄 호일을 갖는 케이블에서 물 감지를 사용하는 것에는 매우 중요한 이점들이 또한 있다. 이러한 케이블들은, 그 케이블들이 수분 유입에 대해 방사상으로 보호되어 "워터 트리잉(water treeing)" 문제들을 피할 수 있게 되는 것을 보장하는 저렴한 수단으로서, 납 피복 케이블을 대신하고 있다. 하지만 이러한 수분 장벽 설계 케이블들은 부식의 위험에 매우 취약하다. 수분이 금속성 호일(foil) 아래로 유입될 때, 갈바닉(galvanic) 작용이 일어나며 이는 알루미늄 테이프를 심각하게 부식시킬 수 있다.
- [0174] 각각의 케이블에 대해 개별 모니터를 사용하는 대신, 하나의 모니터가, 복수의 케이블들에 연결되어 각각의 케이블을 조사하며, 데이터 정보와 함께, 각각의 케이블들과 관련된 결과들을 가리키는 연합 방식으로 결과들을 기록하도록, 마련될 수 있다.
- [0175] 본 명세서에서, 문헌(document), 명세서(disclosure), 다른 공개물(publication) 또는 사용(use)에 대한 참조는, 예외적으로 언급된 경우를 제외하고, 그 문헌, 명세서, 공개물 또는 사용이 본 명세서의 우선일에 본 발명의 분야에 속하는 당업자의 일반적인 지식의 일부를 형성하는 것을 인정하는 것이 아니다.
- [0176] 본 명세서에서, "위로(up)", "아래로(down)", "수평의(horizontal)", "왼쪽의(left)", "오른쪽의(right)", "직립의(upright)", "가로지르는(transverse)" 등과 같은, 배향(orientation) 또는 방향(direction)을 가리키는 용어들은 그 문장이 예외적인 경우가 필요하거나 지시하는 경우를 제외하고는 절대적인 용어들이 되도록 의도하는 것은 아니다. 이들 용어들은 통상적으로 도면들에서 도시된 배향들을 지칭하는 것이다.
- [0177] 사용된 곳에서, "포함하는(comprising)"이라는 용어는 "개방적(open)" 의미 즉 "포함하는(including)"의 의미로 이해되어야 하며, 따라서 "폐쇄적(closed)" 의미 즉 "~으로 단지 구성된(consisting only of ~)"의 의미로 제한되지 않아야 한다. 이는 "포함한다(comprise)", "포함된(comprised)" 및 "포함한다(comprises)"에 대해서도 마찬가지로 적용된다.
- [0178] 여기 개시된 그리고 정의된 발명은 본문에서 언급된 또는 자명한 둘 이상의 특징들의 다른 모든 조합들까지 확장된다. 이러한 다른 조합들 모두는 본 발명의 다른 다양한 관점들을 구성한다.
- [0179] 본 발명의 특정 실시예들이 설명되었으나, 본 발명의 본질적 특성들을 벗어남 없이 본 발명이 다른 특정 형태로 실시될 수 있음이 당업자들에게 자명하다. 따라서 나타내어진 실시예들 및 예들은 모든 관점에서 예시적인 것이며 비제한적인 것으로 고려되어야 하며, 따라서 당업자들에게 자명한 모든 변경들은 그 안에 포함되는 것이다.

도면

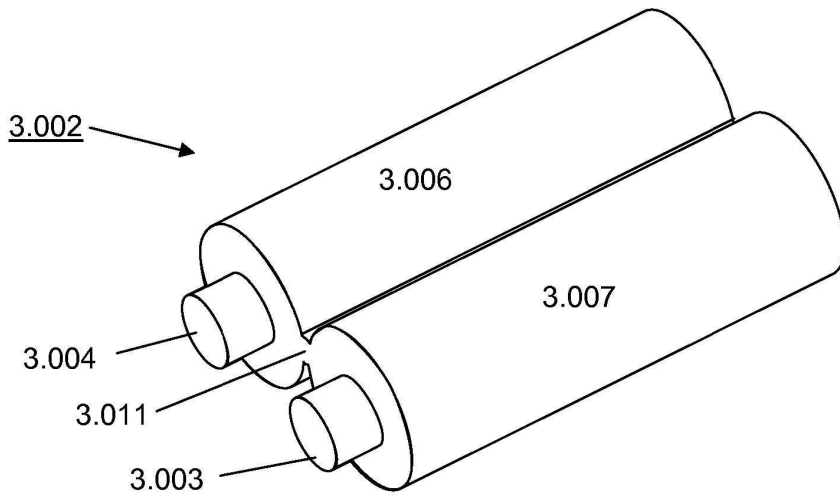
도면1



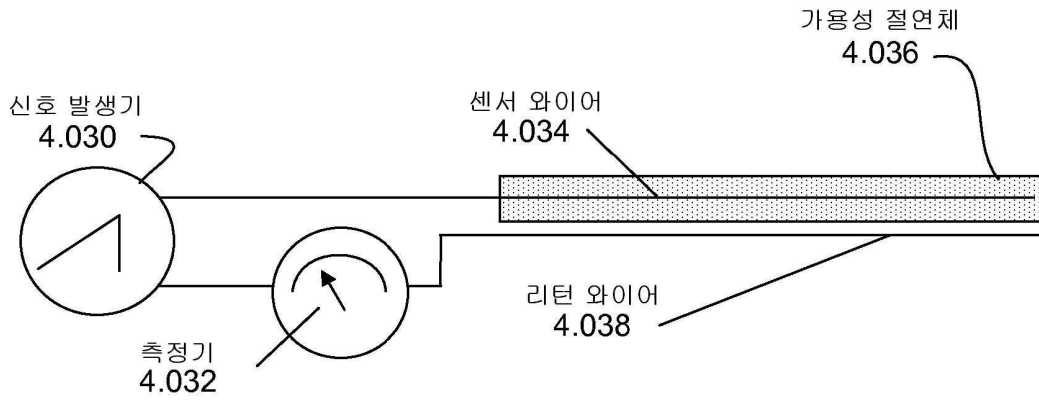
도면2



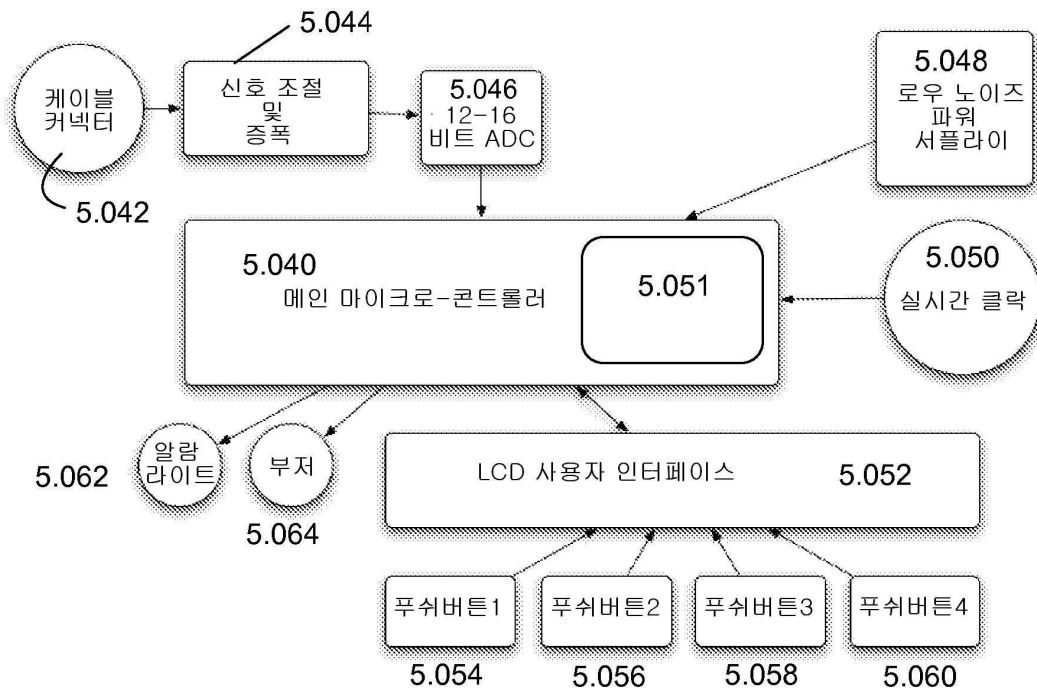
도면3



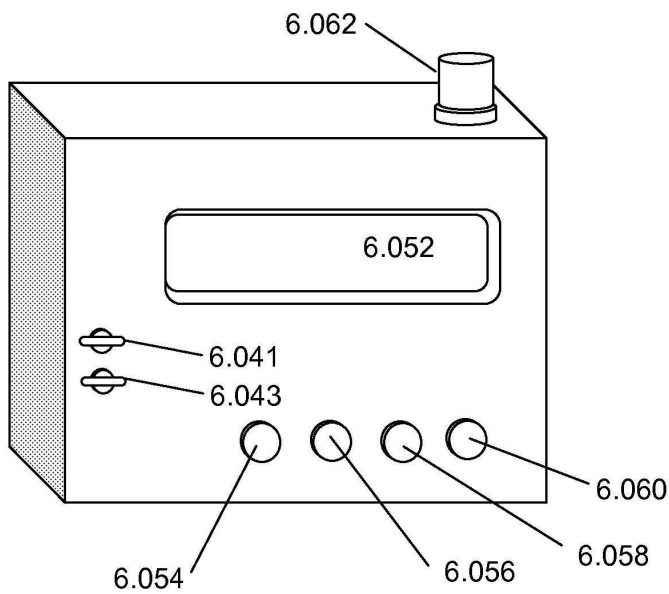
도면4



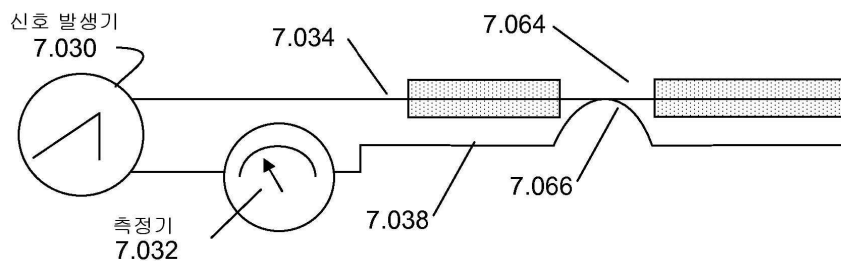
도면5



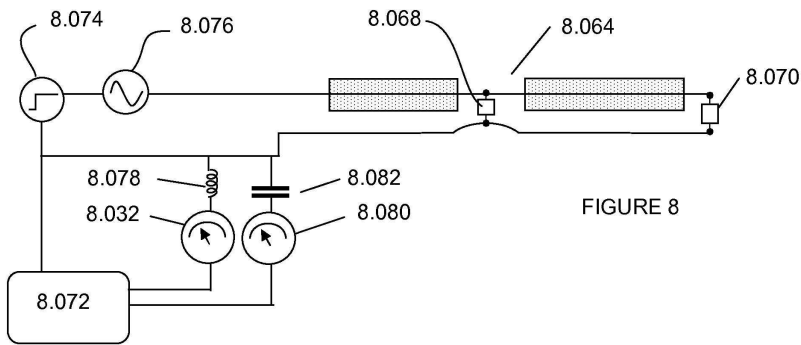
도면6



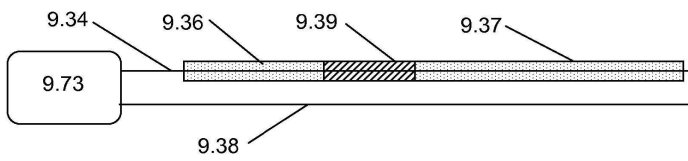
도면7



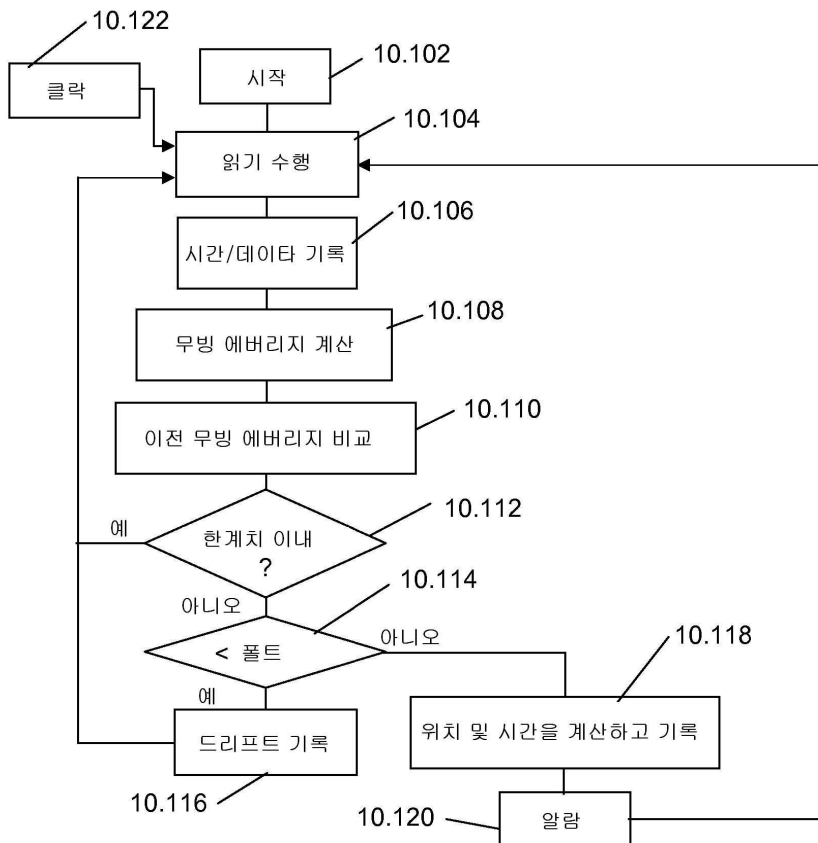
도면8



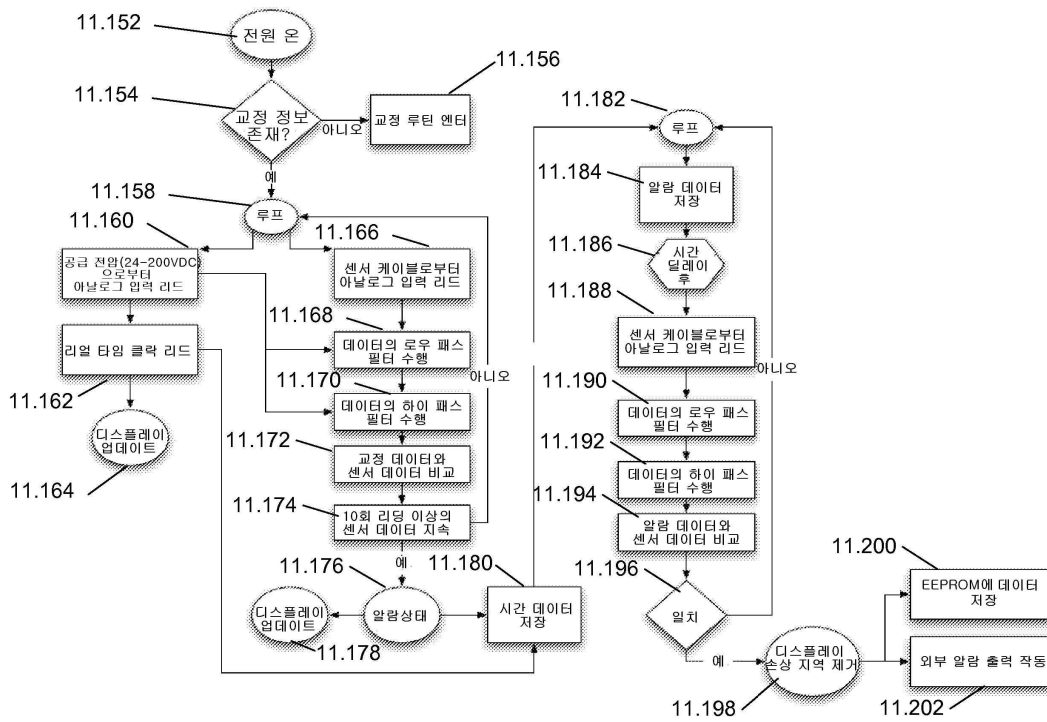
도면9



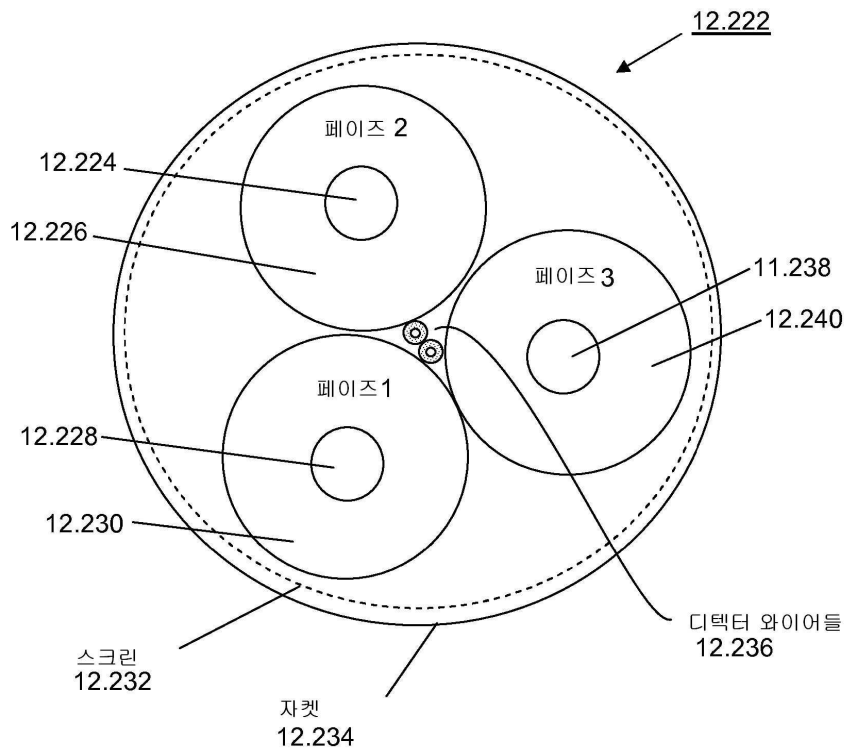
도면10



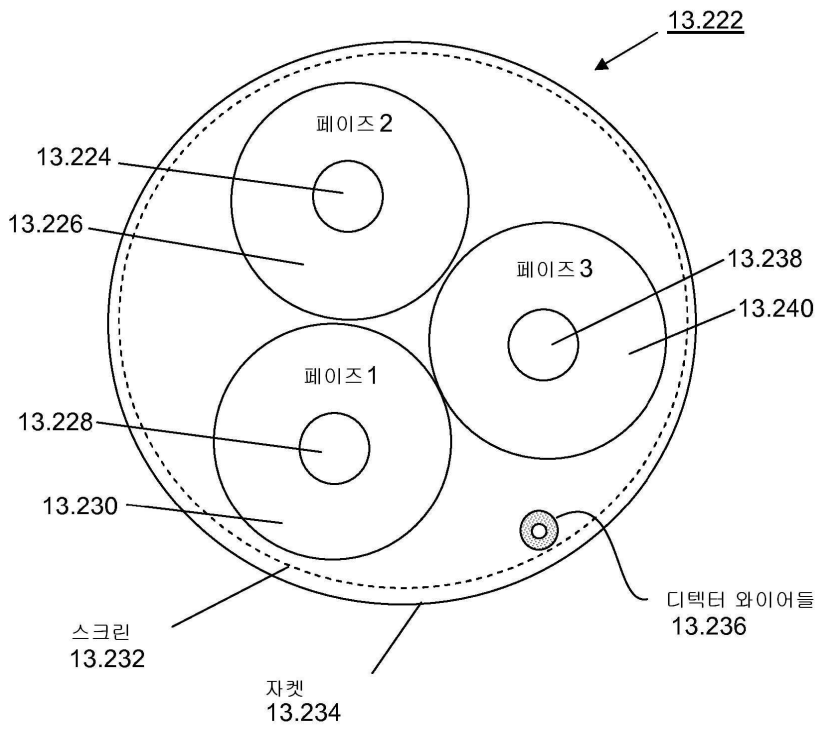
도면11



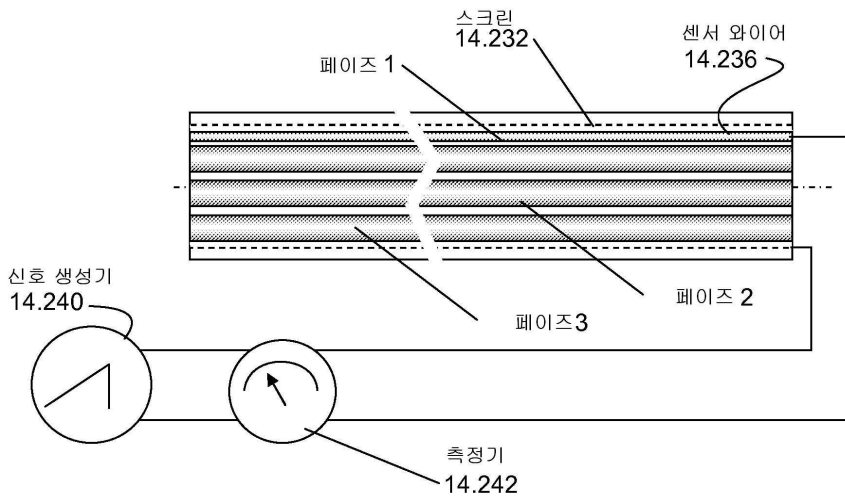
도면12



도면13



도면14



도면15

