



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년06월08일
(11) 등록번호 10-0961841
(24) 등록일자 2010년05월28일

(51) Int. Cl.

GO1R 31/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0051302
(22) 출원일자 2008년05월31일
심사청구일자 2008년05월31일
(65) 공개번호 10-2009-0124857
(43) 공개일자 2009년12월03일

(56) 선행기술조사문현

KR100827787 A
KR100668952 B1
KR100691616 B1
KR1020060031245 A

전체 청구항 수 : 총 8 항

(73) 특허권자

한국전력공사

서울특별시 강남구 삼성동 167번지

(72) 발명자

박준영

대전광역시 유성구 문지동 문지로 65

조병학

대전광역시 유성구 문지동 문지로 65

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

조희원

심사관 : 오응기

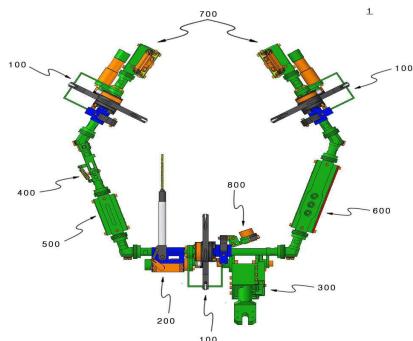
(54) 활선 현수애자련 정밀 점검용 로봇기구

(57) 요 약

본 발명은 활선 현수애자련 정밀 점검용 로봇기구에 관한 것이다.

이와 같은 본 발명은 활선애자의 애자련을 따라 왕복 이동하는 로봇 본체에 있어서, 애자련 둘레를 감싸도록 형성된 상·하부 로봇 프레임과 상기 로봇 본체의 일단과 타단에 형성된 배터리 모듈과 애자련 이동을 위한 구동 모듈과 전기적으로 애자를 점검하는 점검 모듈과 설치/철거기구와 로봇 본체를 연결해주는 결합 모듈과 수동으로 로봇 본체를 애자련에서 이탈시키는 원 개폐모듈과 애자의 전기적 특성을 측정하는 측정 모듈과 로봇 본체의 동작을 제어하는 제어기 모듈과 애자의 크랙을 점검하는 크랙 검출부로 이루어져 활선애자를 점검하도록 한다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

이재경

대전광역시 유성구 문지동 문지로 65

오기용

대전광역시 유성구 문지동 문지로 65

특허청구의 범위

청구항 1

활선애자의 애자련을 따라 왕복 이동하는 로봇본체에 있어서,
 애자련 둘레를 감싸도록 형성된 상·하부 로봇 프레임;
 상기 로봇 본체의 일단과 타단에 형성된 배터리 모듈;
 애자련 이동을 위해 상기 로봇본체에 설치된 구동 모듈;
 상기 로봇 본체에 설치되어 전기적으로 애자를 점검하는 점검 모듈;
 상기 로봇본체에 설치되는 키홀 어셈블리와 설치/철거기구용 절연봉측의 키파트로 구성된 결합 모듈;
 상기 로봇 본체에 설치되어 수동으로 로봇 본체를 애자련에서 이탈시키는 움개폐모듈;
 상기 로봇 본체에 설치되어 애자의 전기적 특성을 측정하는 측정 모듈;
 상기 로봇 본체에 설치되어 로봇 본체의 동작을 제어하는 제어기 모듈; 및
 상기 구동모듈에 설치되어 애자의 크랙을 점검하는 크랙 검출부로 이루어져 활선애자를 점검하는 것을 특징으로 하는 활선 현수애자련 정밀 점검용 로봇기구.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 구동모듈은 애자련에서 상기 로봇본체가 이탈되지 않도록 하는 스키드바 어셈블리를 포함하되,
 상기 스키드바 어셈블리는 스키드바 상부가 놀리는 위치에 상관없이 스키드바 전체가 일정하게 놀릴 수 있도록
 상기 스키드바가 놀러짐에 따라 베이스링크 자체가 미끄러지는 4절 링크로 구성된 것을 특징으로 하는 활선 현
 수애자련 정밀 점검용 로봇기구.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 로봇 본체의 안정적인 구동을 위하여 적어도 3개의 구동 모듈이 장착되는 것을 특징으로 하는 활선 현수
 애자련 정밀 점검용 로봇기구.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 구동 모듈은 로봇 본체의 이동 위치를 감지할 수 있도록 리미트 스위치를 더 포함하여 형성되는 것을 특
 징으로 하는 활선 현수애자련 정밀 점검용 로봇기구.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 로봇 본체는 구동 모듈의 Wheel-Leg의 회전을 이용하여 활선애자의 자기부분을 번갈아 지지하여 이동하는
 것을 특징으로 하는 활선 현수애자련 정밀 점검용 로봇기구.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 크랙 검출부는 가진기와 진동 측정 센서로 구성되는 것을 특징으로 하는 활선 현수애자련 정밀 점검용 로봇기구.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 점검 모듈은 적어도 하나의 검출봉으로 구성된 것을 특징으로 하는 활선 현수애자련 정밀 점검용 로봇기구..

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 배터리 모듈은 로봇 본체의 이동 여부를 감지하는 거리 측정 센서를 포함하여 형성된 것을 특징으로 하는 활선 현수애자련 정밀 점검용 로봇기구.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 활선 현수애자련 정밀 점검용 로봇기구에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 고압선로의 현수애자련을 왕복 이동하면서 애자에 결함이 있는지의 여부를 활성 상태에서 정밀 점검하는 활선 현수애자련 정밀 점검용 로봇기구에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

일반적으로 애자란 전선이 전주 또는 철탑 등에 연결되어 이탈되지 않고 지지되도록 설치되는 절연물이다. 그리고 애자가 여러개 덧이어진 것이 애자련이다.

[0003]

대부분의 애자는 도기와 자기 및 유리로 만들어지고, 접착제를 사용하여 금속부품 등을 애자에 부착하게 된다. 따라서 장착 후 오랜 기간이 흐르면 애자의 표면에 염분이나 진액이 끼어 불량이 발생하거나, 온도 변화와 산성, 알칼리성 등의 화학적 장애 및 태양광 등의 외부환경으로 인한 변형이 발생하게 된다.

[0004]

애자련은 크게 현수애자련(Suspension Insulator String)과 내장애자련(Tension Insulator String)의 2가지 종류로 나누어진다. 이러한 애자련은 초고압 송전선로, 특고압 배전선로, 전철선로 및 저압 배전가공전선로 등에 사용되게 된다.

[0005]

기존의 애자련 점검용 기구부는 대부분 현수애자련이 아닌 내장애자련을 그 대상으로 하고 있다. 또한, 현수애자련을 대상으로 하는 점검용 기구부들은 애자련을 자율적으로 이동하는 로봇이 아니라 모두 사람이 절연봉(Hot Stick)을 통해 수작업으로 움직이는 수동식 기구이거나 또는 자체 무게에 의해 애자련을 따라 내려갔다가 로프를 통해 다시 끌어 올려지는 기구 형태로 그 크기와 무게가 매우 크다.

[0006]

이러한 기존의 수동식(手動式) 불량애자 검출기는 애자의 한 가지 특성만을 측정하여 불량애자를 검출해야 하며, 고압이 흐르는 전선에 매달린 애자라는 특성 때문에 많은 문제점과 위험이 있다.

[0007]

이와는 별도로 활선애자 점검 작업을 목적으로 하지는 않지만, 활선 현수애자련을 주행하면서 애자 청소작업을 수행하는 기존의 로봇들이 존재한다. 하지만, 이 청소로봇들은 애자의 윗면과 아랫면을 청소하기 위한 메커니즘의 채택과 많은 장치의 장착으로 크기가 크고 무거울 뿐만 아니라 항상 2개 이상의 애자와 접촉하고 있기 때문에 절연성 측면에서 바람직하지 않다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0008] 본 발명은 이와 같은 종래 기술의 결점을 해결하기 위하여 안출한 것으로, 활선(活線) 상태에서 송·배전선로 현수애자련을 구성하고 있는 애자(碍子)를 정밀 점검하여 애자에 결함이 있는지의 여부를 검사하는 활선 현수애자련 정밀 점검용 로봇기구를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결수단

- [0009] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 활선 현수애자련 정밀 점검용 로봇기구는 활선애자의 애자련을 따라 왕복 이동하는 로봇 본체에 있어서, 애자련 둘레를 감싸도록 형성된 상·하부 로봇 프레임과 상기 로봇 본체의 일단과 타단에 형성된 배터리 모듈과 애자련 이동을 위한 구동 모듈과 전기적으로 애자를 점검하는 점검 모듈과 설치/철거기구와 로봇 본체를 연결해주는 결합 모듈과 수동으로 로봇 본체를 애자련에서 이탈시키는 윙 개폐모듈과 애자의 전기적 특성을 측정하는 측정 모듈과 로봇 본체의 동작을 제어하는 제어기 모듈과 애자의 크랙을 점검하는 크랙 검출부를 포함하는 것이 제공된다.

효과

- [0010] 본 발명에 따른 활선 현수애자련 정밀 점검용 로봇기구는 주행시 1개의 애자에만 접촉하고 있어, 접촉 애자 수가 2개 이상인 기존의 애자련 이동 메커니즘들에 비해 절연이 매우 우수하고 구조가 간단하다. 따라서 로봇의 소형경량화가 가능하여 애자 점검 작업의 신뢰성과 작업 능률을 향상시킬 수 있다.
- [0011] 또한, 불량애자를 검출하기 위하여 두 가지 이상의 전기적 특성을 측정할 수 있고, 애자의 자기 부분 크랙(Crack)도 검출할 수 있어, 불량애자로 인해 발생되는 정전사고를 미연에 방지하여 정전으로 발생 되는 경제적 손실을 억제할 수 있는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0012] 이하 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 첨부된 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0013] 도 1은 본 발명의 일실시 예에 따른 활선 현수애자련 정밀 점검용 로봇기구의 사시도이며, 도 2는 본 발명의 일실시 예에 따른 활선 현수애자련 정밀 점검용 로봇기구를 나타낸 평면도이다.
- [0014] 도 1 및 도 2를 참조하면, 활선 현수애자련 정밀 점검용 로봇기구의 로봇 본체(1)는 구동 모듈(100), 점검 모듈(200), 결합 모듈(300), 윙 개폐 모듈(400), 측정 모듈(500), 제어기 모듈(600), 배터리 모듈(700), 크랙 검출부(800)로 구성될 수 있다.
- [0015] 이하 각각의 모듈은 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0016] 도 3은 도 1에 도시된 로봇 본체의 구동 모듈을 나타낸 평면도이다.
- [0017] 도 3을 참조하면, 상기 구동 모듈(Actuation Module)(100)은 로봇 본체(1)의 안정적인 애자련 이동을 위하여 로봇 본체(1)의 좌, 우 및 중앙에 각각 1개의 구동 모듈이 장착된다. 따라서 총 3개의 구동 모듈(100)로 형성될 수 있다. 로봇 본체(1)의 안정적 구동을 위하여 구동 모듈(100)은 상부 Wheel-Leg(110)와 하부 Wheel-Leg(120), 타이밍 벨트(Timing Belt)(130)와 폴리(Pulley)(140), 벨트 텐셔너(Tensioner)(150), DC 기어드 모터(Geared Motor)(160), 평기어(Spur Gear)(170)와 스키드바 어셈블리(Skid Bar Assembly)(180)로 구성될 수 있다.
- [0018] 상기 상부 Wheel-Leg(110)는 폴리(140) 양쪽으로 돌출되어 연장되고, 폴리(140)는 타이밍 벨트(130)에 의해 전달되는 힘에 의한 구동을 하게 된다. 상기 벨트 텐셔너(150)는 타이밍 벨트(130)의 장력이 제조정되도록 제공된다.

- [0019] 상기 하부 Wheel-Leg(120)는 평기어(170)와 결합되고, 평기어(170)는 DC 기어드 모터(160)와 연결되된다. 따라서 하부 Wheel-Leg(120)는 DC 기어드 모터(160)에 의해 직접 구동된다.
- [0020] 도 4는 도 3의 스키드바 어셈블리를 나타낸 도면이다.
- [0021] 도 4를 참조하면, 스키드바 어셈블리(180)는 로봇 본체(1)의 구조상 발생할 수밖에 없는 무게 중심의 편심으로 인해 로봇 본체(1)가 애자련에서 이탈되지 않도록 하기 위하여 장착된다.
- [0022] 스키드바(185) 상부가 놀리는 위치에 상관없이 스키드바(185) 전체가 일정하게 놀려질 수 있도록, 스키드바(185)가 놀려짐에 따라 베이스 링크(183) 자체가 미끄러지는 4절 링크 구조로 되어 있다. 4절 링크 구조를 형성하기 위해 링크와 링크는 베어링 바퀴(181)로 연결될 수 있다.
- [0023] 도 5는 현수애자련을 주행하기 위한 Wheel-Leg형 로봇 이동 메커니즘의 동작 과정을 개념적으로 나타낸 도면이다.
- [0024] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일실시 예에 따른 상부와 하부의 Wheel-Leg(110, 120) 구조에 의해 로봇 본체(1)가 기준자세로부터 애자련을 따라 애자 1개만큼 하강하는 동작 과정을 보여준다.
- [0025] Wheel-Leg형 로봇 이동 메커니즘은 로봇 본체(1)가 애자를 감싸도록 골격을 형성하면서 Wheel-Leg의 회전축의 역할을 하는 상·하부 프레임에 각각 장착된 상부와 하부 Wheel-Leg(110, 120)를 이용한다. 따라서 상부와 하부 Wheel-Leg(110, 120)는 애자의 자기 부분을 번갈아 지지하면서 애자련을 따라 이동한다. 상부와 하부 Wheel-Leg(110, 120)는 2개의 모터를 이용하여 각각 구동할 수도 있지만, 둘 다 동일한 속도로 회전하므로 타이밍 벨트와 같은 동력 전달 장치로 서로 연결한 후 1개의 모터로도 구동할 수 있다.
- [0026] 로봇 본체(1)는 상부와 하부 Wheel-Leg(110, 120)가 180도 회전할 때마다 애자 1개를 이동할 수 있다. 애자련 상승 동작은 하강 동작의 역순으로 이루어진다. 이와 같은 Wheel-Leg 구조는 로봇 본체(1)의 안정적 구동을 위하여 3 조(組) 이상이 장착되어야 한다.
- [0027] 도 6은 상부와 하부의 Wheel-Leg의 기준 자세 검출을 위해 구동 모듈에 장착되는 센서부를 보여주는 사시도이다.
- [0028] 도 6을 참조하면, 로봇 본체(1)가 애자련 주행 시 애자련 상에서 로봇 본체(1)의 현재 위치를 알기 위해서는 애자를 1개 이동했음을 알려주는 로봇 본체(1)의 기준자세가 필요하다.
- [0029] 이를 위해 로봇 본체(1)는 도면에 명시된 기준자세를 사용한다. 또한, 기준자세에서 애자의 전기적 특성 측정과 크랙 검출 작업도 수행하도록 설계되어 있다.
- [0030] 따라서 로봇 본체(1)의 제어기가 기준자세를 감지할 수 있도록 리미트 스위치(Limit Switch)(113)가 장착될 수 있다.
- [0031] 로봇 본체(1)는 상부와 하부의 Wheel-Leg(110, 120)가 180도 회전할 때마다 기준자세를 취하므로, 상부 Wheel-Leg(110)와 하부 Wheel-Leg(120)의 측면에 부착된 회전판(111)에 180도 간격으로 위치감지용 핀(115)을 장착한다.
- [0032] 상기 위치감지용 핀(115)은 기준 자세에서 리미트 스위치(113)를 누르도록 설계된다.
- [0033] 도 7은 본 발명의 일실시 예에 따른 애자 크랙 검출을 위하여 중앙 구동 모듈에 장착된 가진기와 진동 측정 센서의 사시도이다.
- [0034] 상기 크랙 검출부(800)는 애자의 크랙을 점검하여 불량을 검출할 수 있다. 따라서 애자의 고유진동수를 측정하기 용이한 구동 모듈(100)에 장착될 수 있다. 따라서 점검 모듈(200)과 인접한 중앙에 위치한 구동 모듈(100)에 설치될 수 있다.
- [0035] 크랙 검출부(800)는 애자 자기에 진동을 발생시키는 가진기(加振機)(810)와 진동 측정 센서(820)로 구성될 수 있다.
- [0036] 상기 가진기(810)는 로봇 본체(1)의 기준자세에서 애자 자기 부분의 측면에 접하도록 스키드바(185) 측면에 장착되어 있고, 그 장착 수평 위치와 각도가 조절 가능하도록 설계되어 있다.
- [0037] 상기 진동 측정 센서(820)는 가속도계와 같은 접촉식 센서가 사용되는 경우에는 스키드바(185) 중앙에 보이는 정사각형의 홈에 장착되고, 마이크로폰과 같은 비접촉식 센서가 사용되는 경우에는 그 위치가 가진기(810) 바로

위에 오도록 스키드바(185) 측면에 장착된다.

[0038] 도 8은 애자를 전기적으로 점검하기 위한 점검 모듈의 사시도이다.

[0039] 도 8을 참조하면, 상기 점검 모듈(Inspection Module)은 전기적으로 애자를 점검할 수 있다.

[0040] 로봇 본체(1)가 불량애자 검출을 위하여 애자의 전기적 특성을 측정하기 위한 점검 모듈(200)은 RC 서보모터(220)에 의해 구동되는 회전축(230)과 이 회전축(230)에 장착된 2개의 검출봉(210)으로 구성될 수 있다. 상기 회전축(230)을 회전시킴으로써 활선애자의 캡(Cap)에 검출봉(210)을 접촉시켜 활선애자의 전기적 특성을 측정한다.

[0041] 도 9는 도 8의 검출봉 작동상태를 나타내는 평면도이다.

[0042] 도 9를 참조하면, 검출봉(210)이 작동하지 않을 때를 나타내는 (C)는 검출봉(210)이 애자의 외측부로 이격되어 위치한다.

[0043] 검출봉(210)이 작동할 때를 나타내는 (D)는 검출봉(210)의 센서부분이 애자와 접촉하여 검출이 시작된다.

[0044] 도 10는 본 발명의 일실시 예에 따른 결합 모듈의 사시도이며, 도 11은 도 10의 결합 모듈의 분해도이다.

[0045] 도 10 및 도 11을 참조하면, 결합 모듈(Connection Module)(300)은 로봇 본체(1)를 애자련에 설치 또는 철거하기 위해 사용되는 설치/철거 기구(미도시)와 로봇 본체(1)를 연결시켜 준다. 따라서 로봇 본체(1)를 애자련에 설치 또는 애자련으로부터 철거할 때 사용된다.

[0046] (E)는 결합 모듈(300)을 구성하는 로봇 본체(1)를 나타내며, (F)는 설치/철거기구용 절연봉측 부품을 나타낸다.

[0047] 상기 결합 모듈(300)은 절연봉측의 열쇠 형태의 키파트(Key Part)(320)와 로봇 본체(1)측의 열쇠 구멍 형태의 키홀 어셈블리(Keyhole Assembly)(310)로 구성될 수 있다.

[0048] 이러한 결합 모듈(300)의 동작 원리는 키파트(320)를 키홀 어셈블리(310)의 구멍에 힘을 주어 밀어 넣으면 내장된 용수철(311)을 밀어내고 키홀 어셈블리(310) 내부에 회전할 수 있는 공간이 생긴다. 이때, 오른쪽으로 90도 회전시킨 후 키파트(320)에 주는 힘을 줄이면 용수철(311)의 힘에 의해 밀려나면서 키파트(320)가 흄에 걸려 잠기도록 설계되어 있다. 그리고 키파트(320)를 오른쪽으로 90도 회전시키면, 레버(313)가 눌러져서 제2 리미트 스위치(315)가 눌러지게 된다. 잠김을 풀 때에는 역순으로 수행하면 된다.

[0049] 도 12는 로봇 본체를 애자련에서 이탈시키기 위한 왕 개폐 모듈의 동작을 나타낸 도면이고, 도 13은 왕 개폐 모듈이 안쪽으로 열리는 것을 방지하기 위한 프레임 돌출부를 보여주는 사시도이다.

[0050] 도 12 및 도 13을 참조하면, 상기 왕 개폐 모듈(Wing Opening Module)(400)은 로봇 본체(1)의 이상동작이나, 구동 상에 문제가 발생할 경우 절연봉(420)을 이용하여 수동으로 로봇 본체(1)를 애자련에서 이탈시킬 수 있다.

[0051] 동작 과정은 일단 로봇 프레임의 일부를 끝단에 고리가 달린 절연봉(410)으로 잡은 후, 고리가 달린 또 다른 절연봉(420)을 이용하여 (I)와 같이 좌측 구동 모듈(100)에 설치된 왕 개폐 모듈(400) 왼쪽의 스키드바를 밀어낸다. 그러면 늘어난 용수철(430)의 복원력에 의해서 (K)와 같이 좌측 구동 모듈(100)이 장착된 부분이 바깥쪽으로 열려져 젖혀지게 된다.

[0052] 열림 방지용 돌출부(440)는 왕 개폐 모듈(400)이 안쪽으로 열리는 것을 방지하기 위해 설치된다.

[0053] 도 14는 제어기 모듈, 측정 모듈, 배터리 모듈을 나타낸 사시도이며, 도 15는 모듈간 결합부의 결합을 나타내는 도면이다.

[0054] 도 14 및 도 15를 참조하면, 상기 제어기 모듈은 로봇 본체(1)의 동작을 제어할 수 있다.

[0055] 상기 측정 모듈(500)은 애자의 전기적 특성을 측정할 수 있도록 구성될 수 있다. 따라서 애자의 절연저항 및 분담전압 등을 측정할 수 있다.

[0056] 상기 배터리 모듈(700)은 로봇 본체(1)에 전원을 공급해 준다. 그리고 배터리 모듈(700)의 상·하부에는 거리 측정 센서(710)가 장착되어 각각 로봇 본체(1)의 위·아래에 애자가 존재하는지의 여부를 측정하며, 이를 통하여 애자련 주행 시 로봇 본체(1)가 현수애자련의 맨 위 상단 또는 맨 아래 하단에 도착했는지의 여부를 판단할 수 있다.

[0057] 상기 각 모듈들 사이에는 모듈 간의 결합이 용이하도록 외부에 나사탭(20)이 나있는 원통형 연결부(10)와 내부

에 나사탭이 나있는 원통형 캡(30) 형태로 설계가 되어 있다. 즉, 원통형 연결부(10)를 원통형 캡(30)에 삽입한 후 원통형 캡(30)을 회전시키면 잡기게 되어 있는 구조로 되어 있다. 이와 같은 연결 구조는 로봇 본체(1) 전체의 모듈화를 가능하게 하여 유지보수 측면에서 편리한 장점이 있다.

[0058] 도 16는 본 발명의 일실시 예에 따른 로봇 본체가 철탑에 설치된 현수애자련에 적용된 상태를 보여주는 도면이다.

[0059] 도 17은 본 발명의 일실시 예에 따라 제작된 현수애자련 정밀 점검용 로봇 본체의 기능시험 결과로써 애자련 주행 및 점검 작업의 동작 과정을 나타내는 도면이다.

[0060] 도 17을 참조하면, 로봇 본체(1)가 현수애자련에 설치되어 기준자세를 유지하고 있다. 이러한 로봇 본체(1)는 다시 상부와 하부의 Wheel-Leg(110, 120)를 사용하여 상부의 애자로 이동하고, 다시 기준자세를 유지하여 애자 를 점검하게 된다.

[0061] 도 18은 본 발명의 일실시 예에 따른 로봇 본체에 의한 애자 절연저항과 분담전압 측정 시험 결과를 나타낸 도면이다.

[0062] 도 18을 참조하면, 점검 모듈(200)이 애자의 절연저항을 정상적으로 측정하는지를 테스트하기 위한 하나의 방편으로, 애자련 중에서 두 개의 애자 캡 사이에 $9.8M\Omega$, $51M\Omega$, $107M\Omega$, $158M\Omega$, $227M\Omega$, $302M\Omega$ 의 기준저항을 각각 병렬로 연결하여 로봇 본체를 통해 이 저항값을 측정하는 방식으로 실험을 진행하였다. 또한, 본 실험에서는 로봇 본체와 별도로 AVO MEGGER S1-5010을 사용하여 애자 시료의 절연저항을 측정함으로써 로봇 본체에 의해 측정된 값과 서로 비교하였다.

[0063] 도시된 (L)은 본 발명의 로봇 본체와 S1-5010을 이용한 애자 절연저항 측정 시험 결과이다. $9.8M\Omega$ 에서 $302M\Omega$ 까지 6개의 기준저항을 이용하여 실험한 결과 로봇 본체와 S1-5010 모두 저항값을 거의 정확하게 측정할 수 있음을 확인하였다.

[0064] 다음으로, 점검 모듈이 애자의 분담전압을 정상적으로 측정하는지를 테스트하기 위하여 애자의 분담 전압을 $0V$ ~ $14kV$ 까지 변화시키면서 로봇 본체를 통해 전압값을 측정하였다.

[0065] 도시된 (M)은 로봇 본체를 이용한 애자 분담전압 측정 시험 결과로, 본 발명의 로봇본체는 애자의 분담전압 값을 거의 정확하게 측정할 수 있음을 확인하였다.

[0066] 도 19는 본 발명의 일실시 예에 따른 로봇 본체에 의한 애자 자기 부분이 깨져서 발생한 크랙을 검출한 시험 결과를 나타낸 도면이다.

[0067] 도 19를 참조하면, 로봇 본체는 애자의 불량 여부를 점검하기 위하여 점검 모듈을 통해 애자의 전기적 특성을 측정하는 것과는 별도로, 애자의 크랙을 검출하는 작업을 함께 수행한다. 로봇 본체는 가진기(加振機)에 의하여 애자 자기 부분에 진동을 일으키며 가속도계와 같은 접촉식 센서나 마이크로폰과 같은 비접촉식 센서를 통하여 발생된 진동을 측정한다. 그리고 이 진동의 주파수 응답 분석을 통하여 대상 애자의 고유진동수를 구한 후, 건전 애자의 고유진동수와 비교함으로써 애자 자기 부분에 크랙이 존재하는지의 여부를 판단한다.

[0068] (N)는 NGK 210kN, (O)는 NGK 300kN, (P)는 고려애자 300kN에 대하여 로봇 기구에 의해 수행한 애자 크랙 검출 시험의 결과로, 로봇 본체를 이용하여 애자 크랙을 성공적으로 검출하였다.

[0069] 즉, 애자 자기 부분에 금이 가있는 애자의 고유진동수는 건전 애자에 비해 다르게 나타나며, 애자의 파손 위치 및 크기에 따라 고유진동수가 변화하는 경향이 서로 다르게 나타난다는 것을 확인할 수 있다.

[0070] 이상에서 설명한 본 발명의 상세한 설명에서는 본 발명의 바람직한 실시 예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자 또는 해당 기술분야에 통상의 지식을 갖는 자라면 후술 될 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 기술 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0071] 도 1은 본 발명의 일실시 예에 따른 활선 현수애자련 정밀 점검용 로봇기구의 사시도이다.

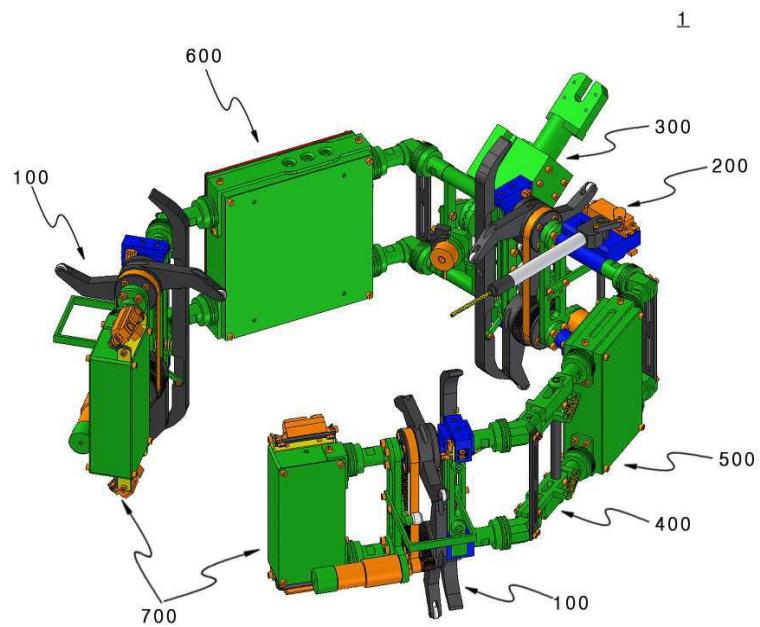
[0072] 도 2는 본 발명의 일실시 예에 따른 활선 현수애자련 정밀 점검용 로봇기구를 나타낸 평면도이다.

[0073] 도 3은 도 1에 도시된 로봇 본체의 구동 모듈을 나타낸 평면도이다.

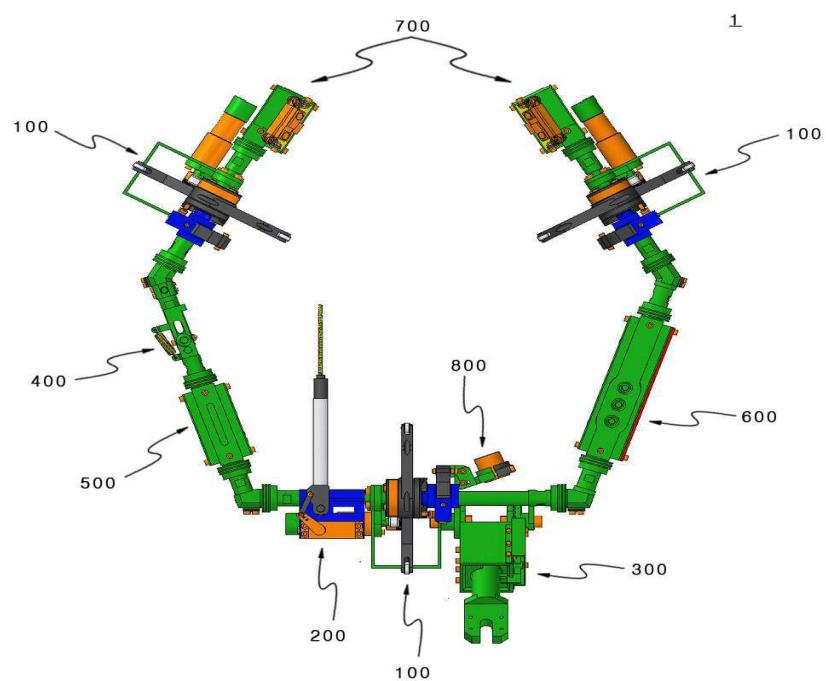
- [0074] 도 4는 도 3의 스키드바 어셈블리를 나타낸 도면이다.
- [0075] 도 5는 현수애자련을 주행하기 위한 Wheel-Leg형 로봇 이동 메커니즘의 동작 과정을 개념적으로 나타낸 도면이다.
- [0076] 도 6은 상부와 하부의 Wheel-Leg의 기준 자세 검출을 위해 구동 모듈에 장착되는 센서부를 보여주는 사시도이다.
- [0077] 도 7은 애자를 전기적으로 점검하기 위한 점검 모듈의 사시도이다.
- [0078] 도 8은 도 7의 검출봉 작동상태를 나타내는 평면도이다.
- [0079] 도 9는 본 발명의 일실시 예에 따른 결합 모듈의 사시도이다.
- [0080] 도 10은 도 9의 결합 모듈의 분해도이다.
- [0081] 도 11은 로봇 본체를 애자련에서 이탈시키기 위한 왕 개폐 모듈의 동작을 나타낸 도면이고, 도 12는 왕 개폐 모듈이 한쪽으로 열리는 것을 방지하기 위한 프레임 돌출부를 보여주는 사시도이다.
- [0082] 도 13은 제어기 모듈, 측정 모듈, 배터리 모듈을 나타낸 사시도이다.
- [0083] 도 14는 모듈간 결합부의 결합을 나타내는 도면이다.
- [0084] 도 15는 본 발명의 일실시 예에 따른 로봇 본체가 철탑에 설치된 현수애자련에 적용된 상태를 보여주는 도면이다.
- [0085] 도 16은 본 발명의 일실시 예에 따라 제작된 현수애자련 정밀 점검용 로봇 본체의 기능시험 결과로써 애자련 주행 및 점검 작업의 동작 과정을 나타내는 도면이다.
- [0086] 도 17은 본 발명의 일실시 예에 따른 로봇 본체에 의한 애자 질연저항과 분담전압 측정 시험 결과를 나타낸 도면이다.
- [0087] 도 18은 본 발명의 일실시 예에 따른 로봇 본체에 의한 애자 자기 부분이 깨져서 발생한 크랙을 검출한 시험 결과를 나타낸 도면이다.
- [0088] <도면의 주요 부분에 대한 부호 설명>
- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| [0089] 1: 로봇 본체 | [0090] 100: 구동 모듈 |
| [0090] 110: 상부 Wheel-Leg | [0091] 120: 하부 Wheel-Leg |
| [0091] 200: 점검 모듈 | [0092] 300: 결합 모듈 |
| [0092] 400: 왕 개폐 모듈 | [0093] 500: 측정 모듈 |
| [0093] 600: 제어기 모듈 | [0094] 700: 배터리 모듈 |

도면

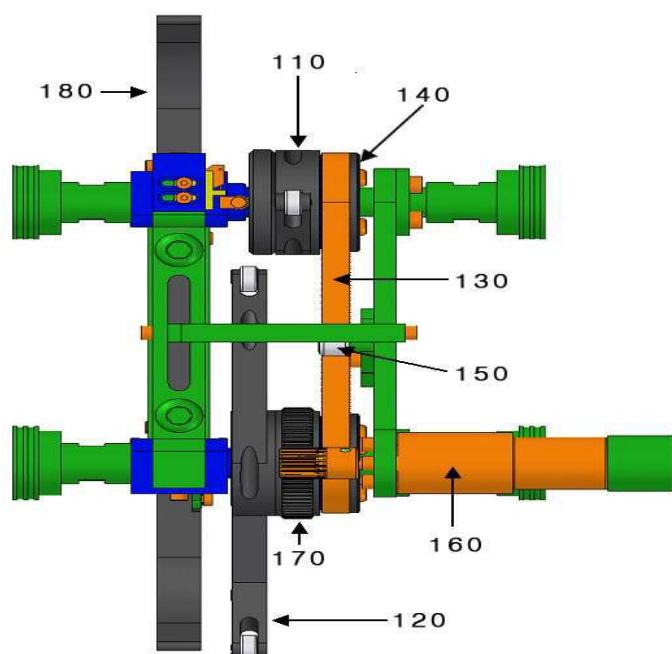
도면1



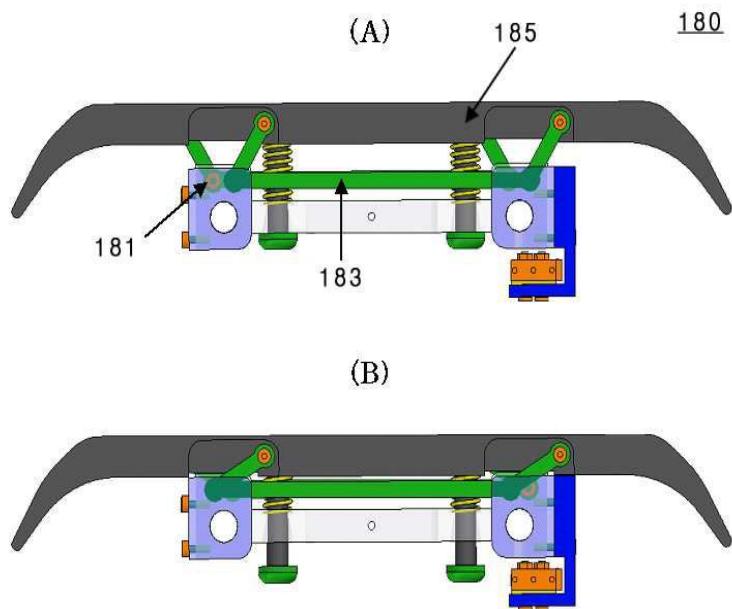
도면2



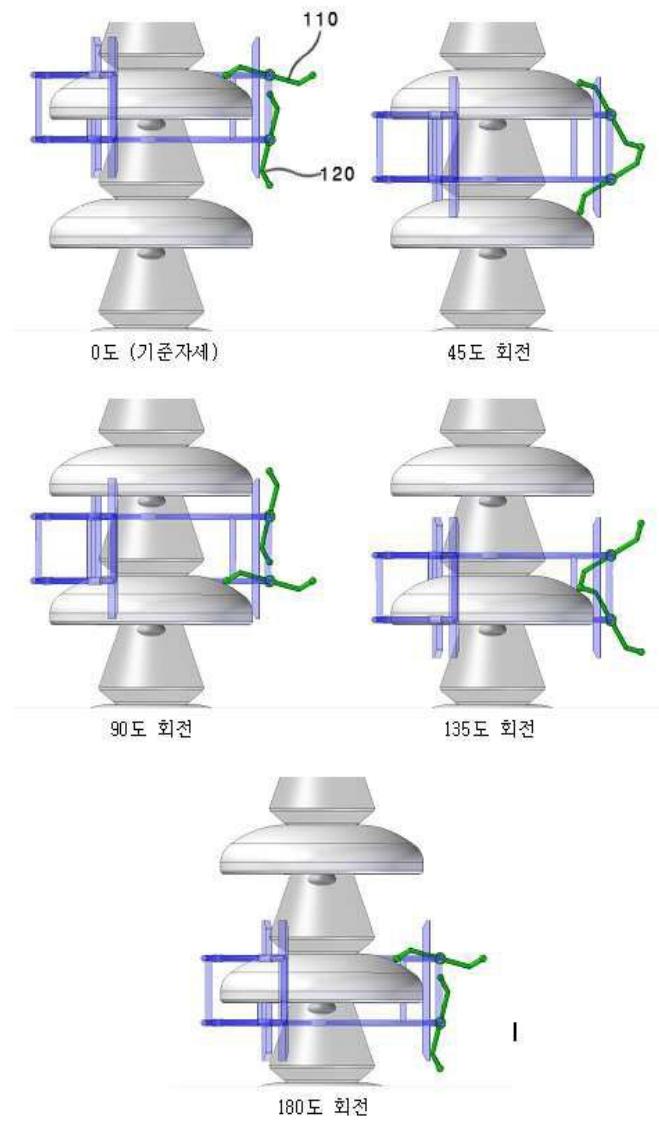
도면3



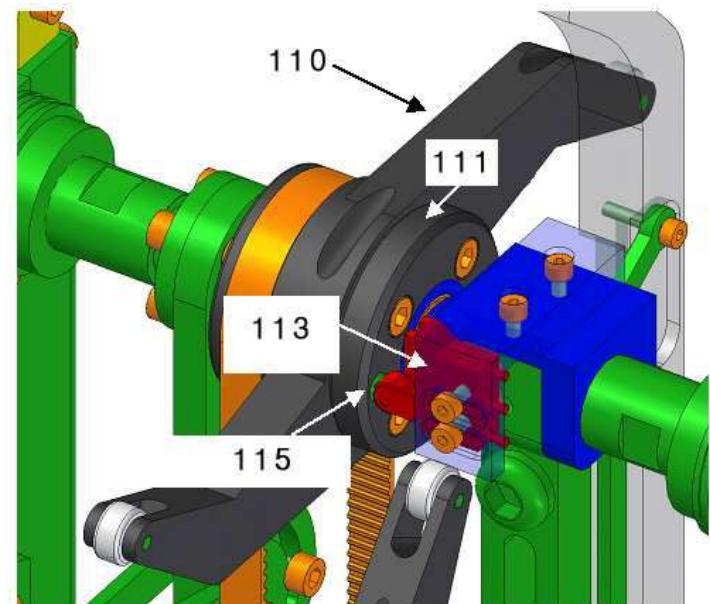
도면4



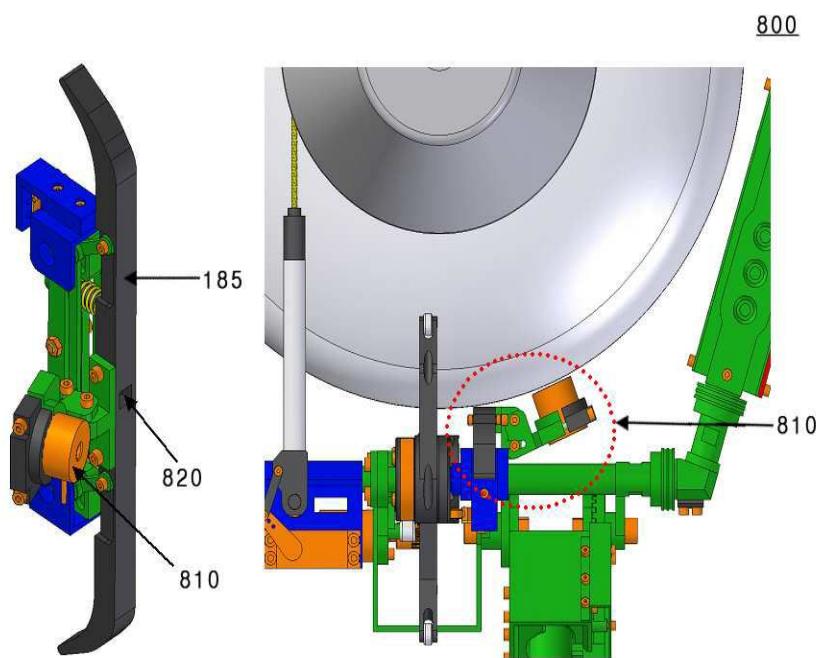
도면5



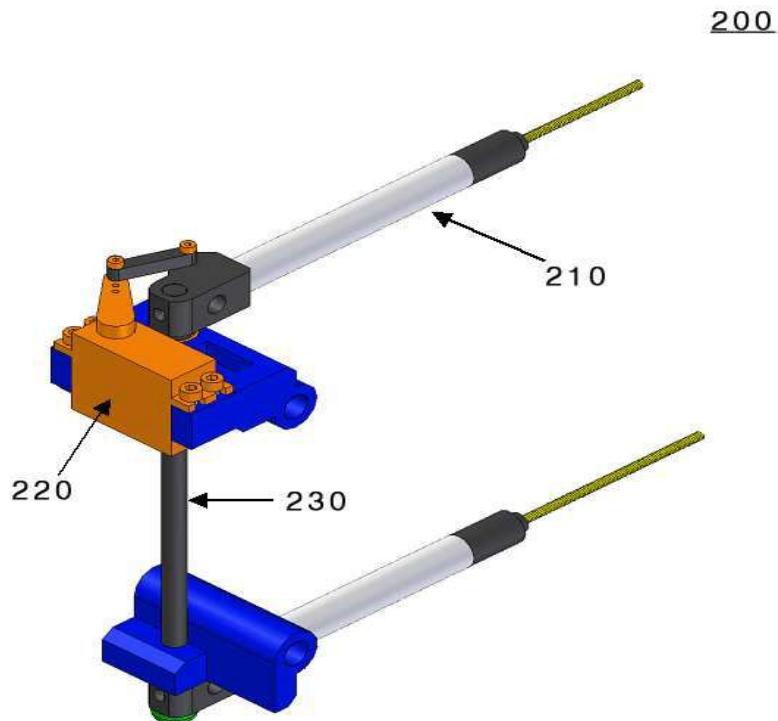
도면6



도면7

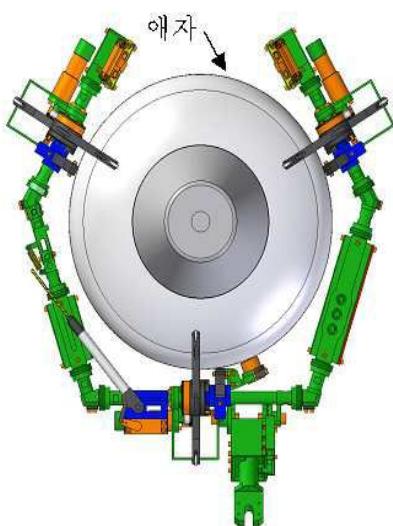


도면8

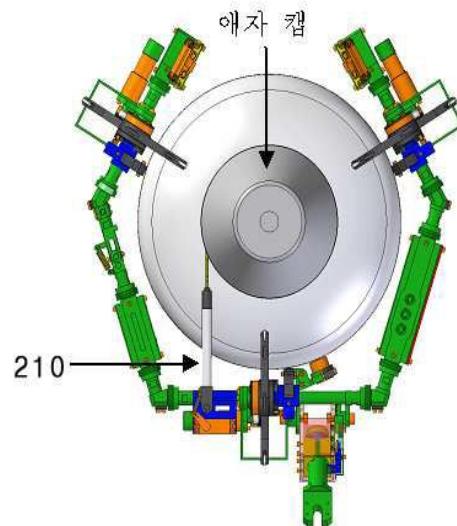


도면9

(C) 검출봉 OFF

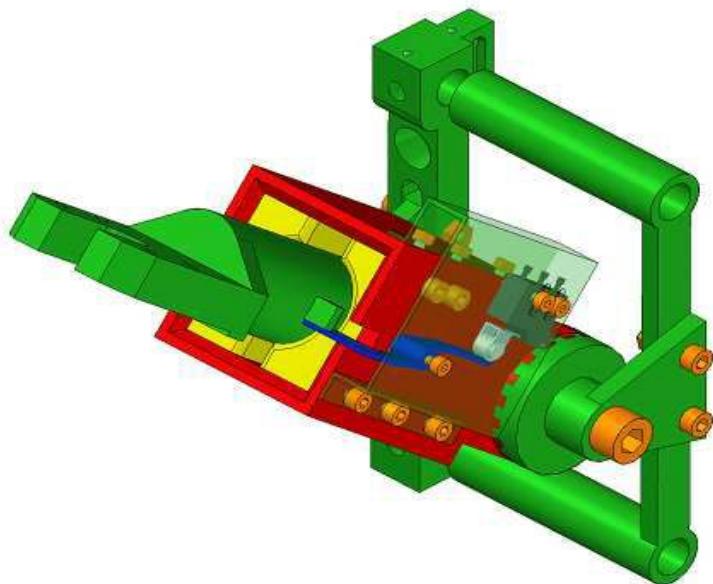


(D) 검출봉 ON



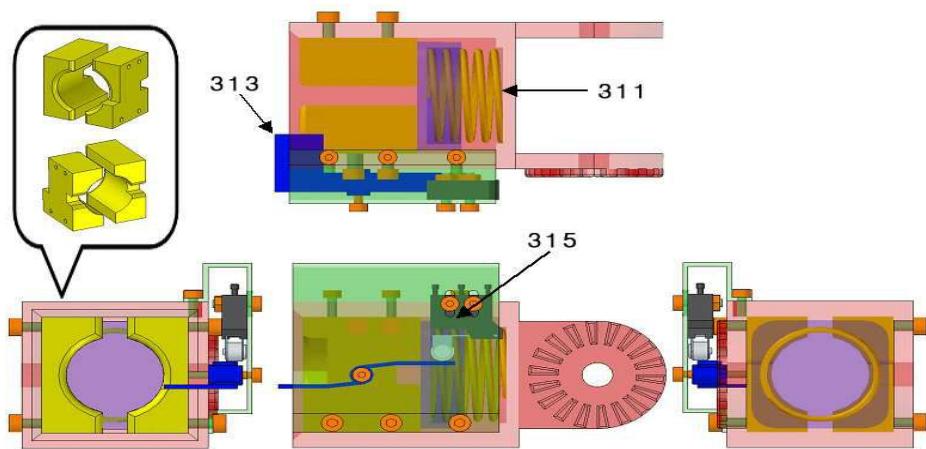
도면10

300

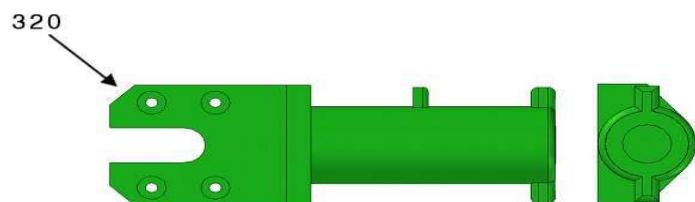


도면11

(E) 310

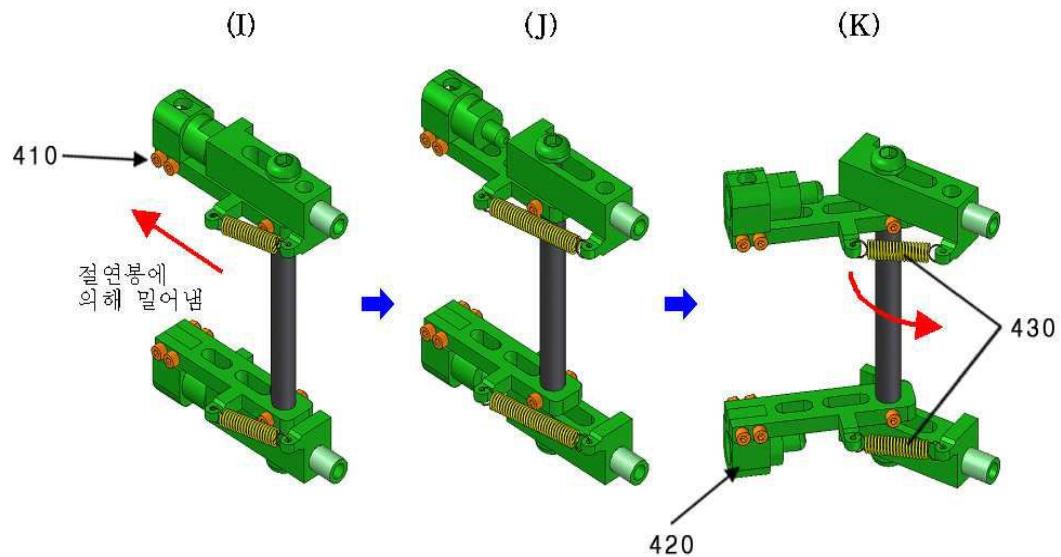


(F)

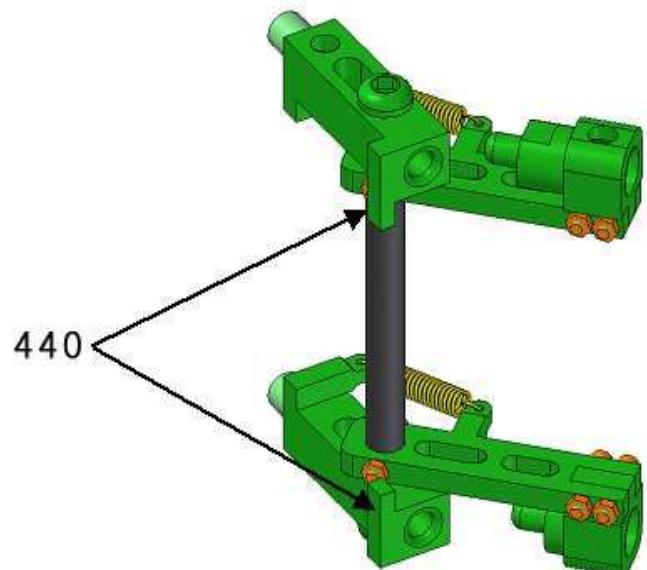


도면12

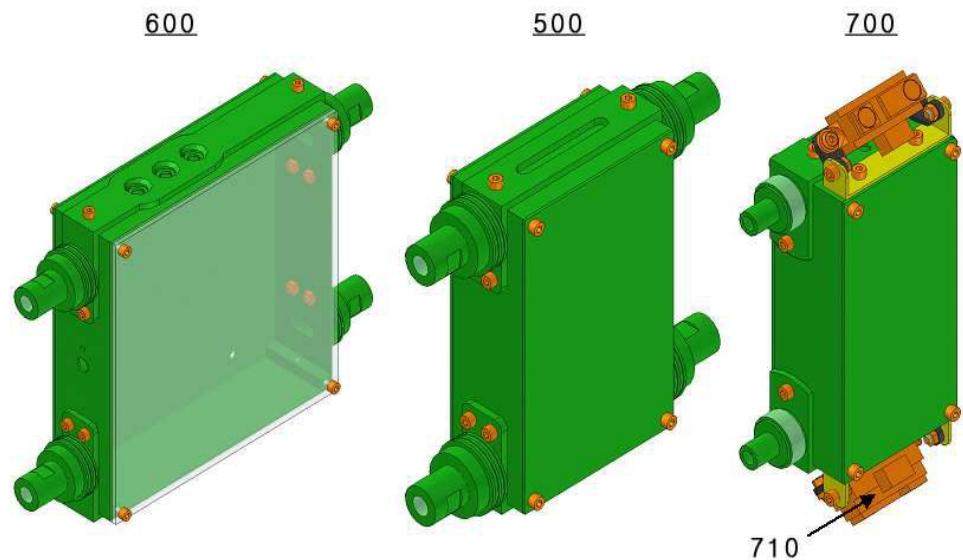
400



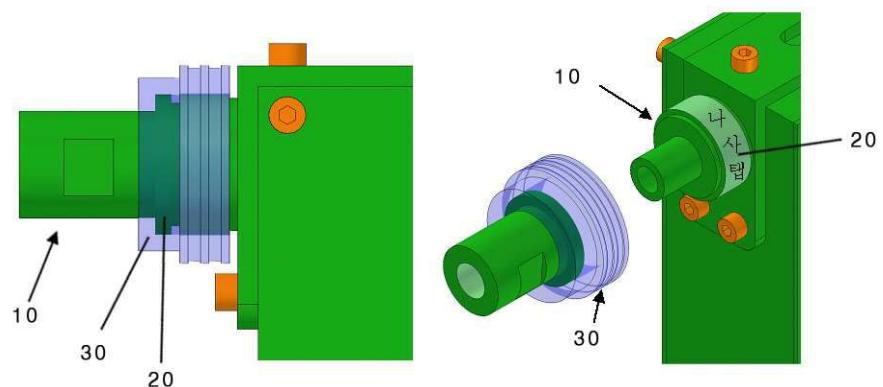
도면13



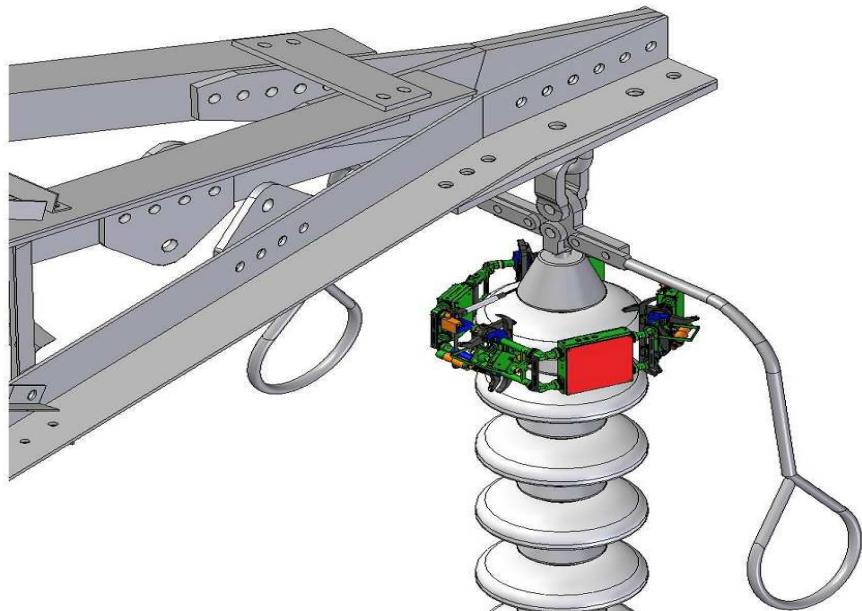
도면14



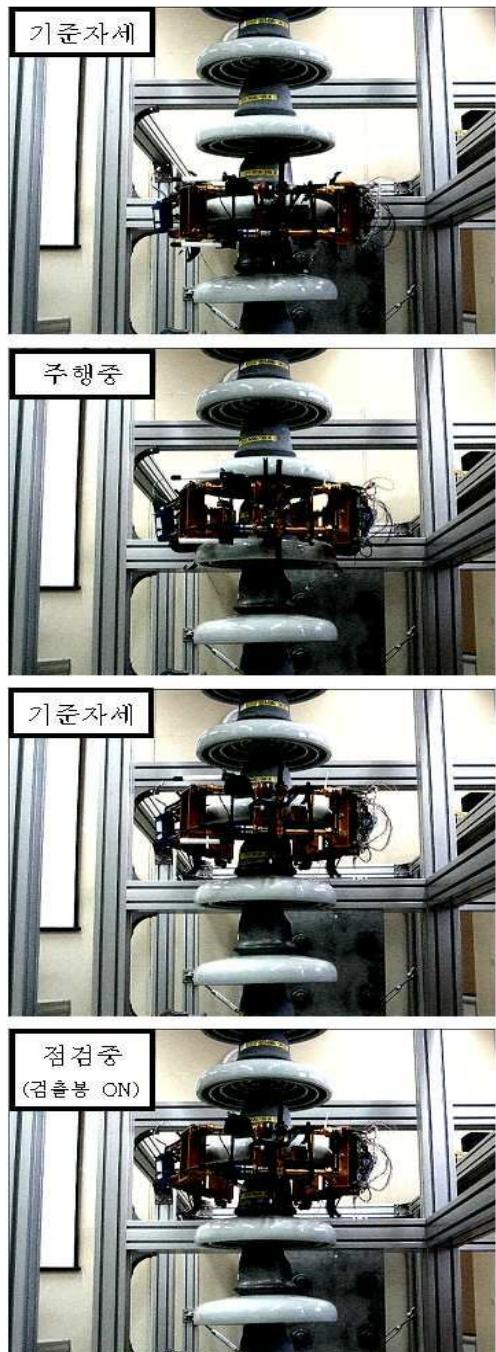
도면15



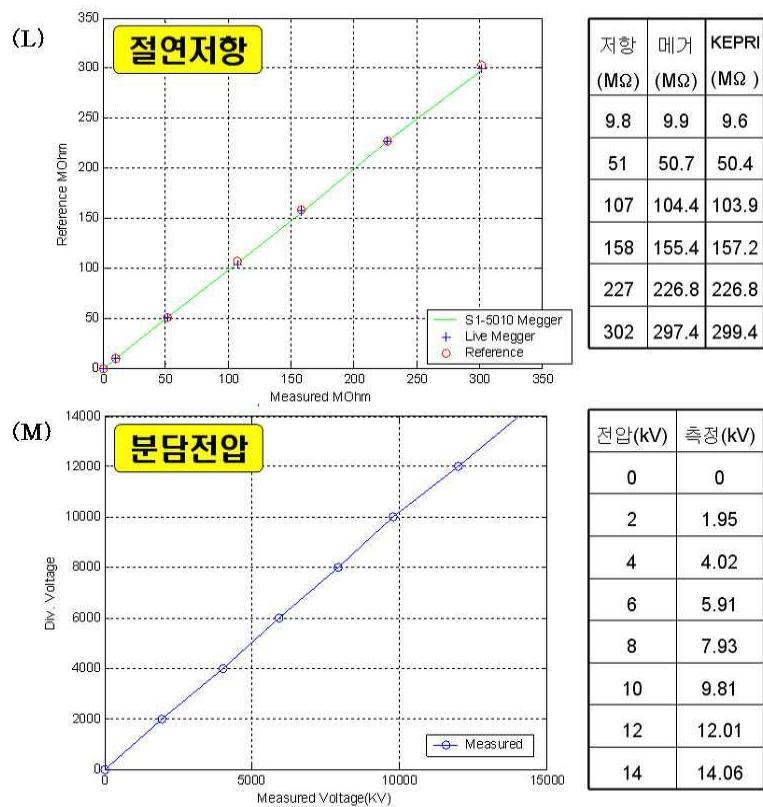
도면16



도면17



도면18

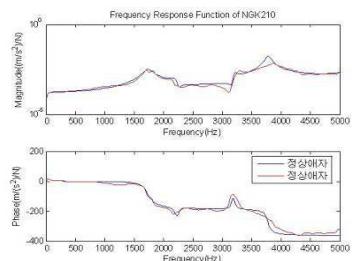


도면19

(N)



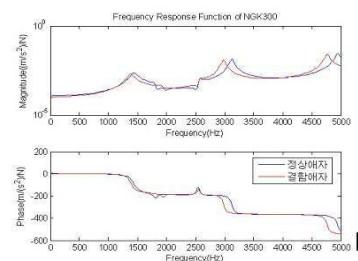
NGK 210kN
2nd 고유진동수 변화



(O)



NGK 300kN
2nd & 3rd 고유진동수 변화



(P)



KRI 300kN
1st 고유진동수 변화

