



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년06월09일
(11) 등록번호 10-2121037
(24) 등록일자 2020년06월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01F 27/04 (2006.01) H01B 1/12 (2006.01)
H01F 1/032 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01F 27/04 (2013.01)
H01B 1/124 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0121867
(22) 출원일자 2018년10월12일
심사청구일자 2018년10월12일
(65) 공개번호 10-2020-0041604
(43) 공개일자 2020년04월22일
(56) 선행기술조사문헌
JP2000133542 A*
JP2016009790 A*
KR1020030066575 A*
KR1020090110188 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
민병욱
서울특별시 종로구 통일로18길 9, 101동 1003호(무악동, 인왕산아이파크)
(74) 대리인
오위환, 나성곤, 정기택

전체 청구항 수 : 총 8 항

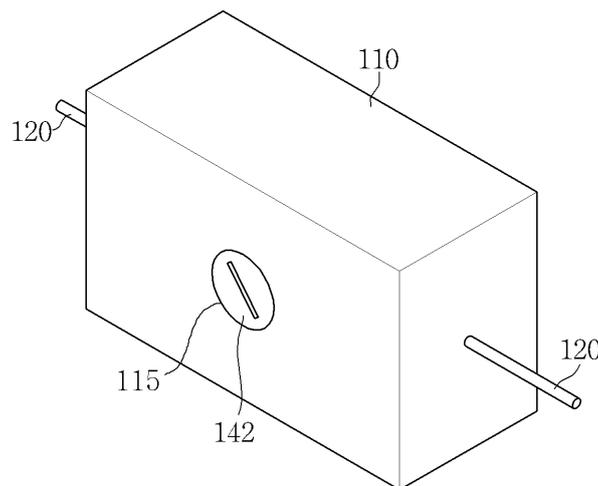
심사관 : 임영국

(54) 발명의 명칭 인덕턴스 제어를 위해 신축성 도전 섬유를 이용하는 가변 인덕터

(57) 요약

본 발명은 신축성을 가지는 도전성 섬유를 코일 대신 이용하여 현저히 확대된 인덕턴스 변화비를 가지는 가변 인덕터에 관한 기술로서, 적어도 두 개의 전극을 포함하는 하우징과, 상기 하우징 내부에 인덕턴스를 가변하기 위한 제어부재가 포함되는 가변 인덕터에 있어서, 제어부재는 상기 하우징 내에서 양측이 상기 전극과 연결되며, 신축성 및 도전성을 가지는 전선과, 전선이 신장되는 길이를 가변시켜 인덕턴스의 변화를 유도하는 신축제어부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01F 1/032 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711048702

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 신진연구자지원사업

연구과제명 하이브리드 빔포밍을 위한 밀리미터파 배열 안테나 송수신기 개발

기 여 율 1/1

주관기관 연세대학교

연구기간 2018.03.01 ~ 2019.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 두 개의 전극을 포함하는 하우징과, 상기 하우징 내부에 인덕턴스를 가변하기 위한 제어부재가 포함되는 가변 인덕터에 있어서,

상기 제어부재는 상기 하우징 내에서 양측이 상기 전극과 연결되며, 신축성 및 도전성을 가지는 전선과; 상기 전선이 신장되는 길이를 가변시켜 인덕턴스의 변화를 유도하는 신축제어부를 포함하되,

상기 신축제어부는 상기 하우징 내에 회전할 수 있게 배치된 회전축을 포함하고,

상기 전선은 일측이 상기 회전축 상에 고정되어, 상기 회전축이 일 방향으로 회전하면 상기 회전축 외주면에 감기고,

상기 회전축은 양 끝단 중 적어도 어느 하나가 상기 하우징의 외주면까지 관통되어 연장되고, 상기 하우징의 외주면까지 연장된 끝단에는 수동으로 상기 회전축을 회전하기 위한 핸들이 형성된 것을 특징으로 하는 가변 인덕터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전선은 유연성 도전 폴리머인 것을 특징으로 하는 가변 인덕터.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 전선은

신축성을 가지는 도전 섬유와, 상기 도전 섬유의 외주면을 감싸며 상기 도전 섬유에 대응되는 신축성을 가지는 피복을 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 인덕터.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 회전축은 큰 인덕턴스와 높은 품질계수를 유지할 수 있는 투자율이 높은 자성물질(ferrite)인 것을 특징으로 하는 가변 인덕터.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 신축제어부는 상기 회전축의 일측 끝단과 결합되어 목표 인덕턴스가 유도될 때까지 상기 회전축을 회전시키는 제어전동기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 인덕터.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 전선은 상기 회전축의 내측으로 삽입된 후, 상기 회전축의 일측에 형성된 파지공(grip hole)을 통해 상기

회전축의 외주면으로 인출되고, 인출된 부위가 상기 회전축에 감긴 후 전극과 연결되는 것을 특징으로 하는 가변 인덕터.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 하우징에는 상기 신축제어부의 경로를 안내하는 가이드가 형성되고,

상기 신축제어부는 상기 하우징과 결합된 상태에서 상기 가이드를 따라 이동 또는 회전하며,

상기 신축제어부는 상기 가이드를 따라 이동될 때 상기 전선의 일측을 견인하여 상기 전선을 신장되게 하는 것을 특징으로 하는 가변 인덕터.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 신축제어부는 상기 전선의 복수 부위를 연장된 방향과 직교한 방향으로 견인하여 상기 전선이 지그재그(zigzag) 형상이 되게 하는 것을 특징으로 하는 가변 인덕터.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 인덕턴스 제어를 위해 신축성 도전 섬유를 이용하는 가변 인덕터에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 신축성을 가지는 도전성 섬유를 코일 대신 이용하여 현저히 확대된 인덕턴스 변화비를 가지는 가변 인덕터에 관한 기술이다.

배경 기술

[0002] 전기회로는 저항, 커패시터, 인덕터로 구성되며, 트랜지스터와 함께 전기 신호나 전력을 제어한다.

[0003] 인덕터는 전류가 흐르면 양단에 전압이 유도되며, 유도된 전압의 크기와 전류변화량의 비를 인덕턴스라고 한다. 인덕터는 도선이 서로 단락되지 않게 용수철 형태로 감아서 만드는데, 이 용수철 내부의 빈 공간에는 자속이 잘 통과할 수 있는 투자율이 높은 재료를 사용하며, 이러한 인덕터를 솔레노이드(solenoid)라 한다.

[0004] 인덕턴스는 코일 도선의 길이에 비례한다.

[0005] 종래의 인덕터는 자성체에 코일을 감거나, 코일이 프린트된 기판을 여러층 쌓아서 제작되고 있다. 인덕터는 코일의 길이에 따라 인덕턴스가 정해지는데, 일반적으로는 인덕터의 크기를 가변시키는 것이 매우 곤란하였다.

[0006] 종래에 도체판의 거리에 따라 커패시턴스가 정해지는 커패시터는 도체판의 거리를 조절하는 방법으로 가변 커패시터를 구현하는 것이 가능하였다. 하지만, 가변 커패시턴스를 구현하는 방식으로는 가변 인덕터를 구현할 수 없었다.

[0007] 솔레노이드를 포함하는 다양한 인덕터 구조에서 인덕턴스 변화가 가능한 인덕터이다. 인덕터의 크기를 변화시키려면 솔레노이드 코어의 투자율을 변화시키거나, 코일의 길이를 변화시켜야 한다. 코일의 길이변화를 위해서는 스위치를 이용하는 방법이 있다. 인덕터 주변에 다른 도전성 물질에 의한 기생 성분을 조절하여 가변 인덕터를 만드는 것도 가능하다. 하지만, 이러한 가변 인덕터는 인덕턴스의 변화비(최대/최소 인덕턴스)가 크고, 품질계수(Quality factor)가 인덕턴스의 변화에도 좋은 상태로 유지 되어야 한다.

[0008] 공개특허공보 10-2003-0066575를 참고하면, 종래 제안된 가변 인덕터는 스프링이나 지그재그 형태의 코일 일측을 잡아당기거나 밀어내는 것으로 코일의 신축하여 인덕턴스의 가변을 유도하였다. 그러나, 코일의 신장을 제어하는 것은 코일의 인장 범위 내에서 가능한 것이어서 인덕턴스의 가변 범위가 제한적이었고, 코일의 신장은 코일이 연장된 방향으로 직선 운동만이 허용되는 구조적 한계 때문에 가변 인덕터 모듈의 길이가 길게 형성되어야 하는 문제를 가지고 있었다.

[0009] 또한, 인덕터의 코일과 인접한 금속판을 이격 거리를 가변하거나, 회전시키는 방법으로 인덕턴스를 제어하는 방법도 제시되었다. 그러나, 이러한 방법은 인덕터에서 유도되는 본래의 인덕턴스를 금속판을 이용하여 의도적으로 약화하여 제어하는 방법이기 때문에 인덕턴스 가변 효율이 나쁘고, 인덕턴스의 변화비도 현저한 한계를 가지

고 있다.

[0010] 그 외에 트랜지스터 스위치나 가변 커패시터를 이용하여 부가적으로 인덕턴스를 변화시키는 가변 인덕터가 보고되고 있으나, 직접적으로 코일의 길이를 물리적으로 제어하는 가변 인덕터는 보고되지 않고 있다.

[0011] 이와 같이, 종래의 가변 인덕터는 인덕턴스 변화비가 매우 작고, 품질계수도 크게 변화하는 단점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보 10-2003-0066575

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 이에 본 발명은 상기와 같은 종래의 제반 문제점을 해소하기 위해 제안된 것으로, 본 발명의 목적은 신축성을 가지는 도전성 섬유를 코일 대신 이용하여 현저히 확대된 인덕턴스 변화비를 가지는 가변 인덕터를 제공하기 위한 것이다.

[0014] 본 발명의 다른 목적은 신축성을 가지는 도전성 섬유를 코일 대신 이용함으로써 종래 코일을 이용하는 가변 인덕터보다 품질계수가 우수한 가변 인덕터를 제공하기 위한 것이다.

[0015] 본 발명의 다른 목적은 신축성을 가지는 도전성 섬유를 코일 대신 이용함으로써 종래 코일을 이용하는 가변 인덕터보다 소형화가 가능하여 사용성이 우수한 가변 인덕터를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 기술적 사상에 의한 인덕턴스 제어를 위해 신축성 도전 섬유를 이용하는 가변 인덕터는, 적어도 두 개의 전극을 포함하는 하우징과, 상기 하우징 내부에 인덕턴스를 가변하기 위한 제어부재가 포함되는 가변 인덕터에 있어서, 상기 제어부재는 상기 하우징 내에서 양측이 상기 전극과 연결되며, 신축성 및 도전성을 가지는 전선과; 상기 전선이 신장되는 길이를 가변시켜 인덕턴스의 변화를 유도하는 신축제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 상기 전선은 유연성 도전 폴리머인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 전선은 신축성을 가지는 도전 섬유와, 상기 도전 섬유의 외주면을 감싸며 상기 도전 섬유에 대응되는 신축성을 가지는 피복을 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 신축제어부는 상기 하우징 내에 회전할 수 있게 배치된 회전축을 포함하고, 상기 전선은 일측이 상기 회전축 상에 고정되어, 상기 회전축이 일 방향으로 회전하면 상기 회전축 외주면에 감기는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 회전축은 투자율이 높은 자성물질(ferrite)인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 회전축은 양 끝단 중 적어도 어느 하나가 상기 하우징의 외주면까지 관통되어 연장되고, 상기 하우징의 외주면까지 연장된 끝단에는 수동으로 상기 회전축을 회전하기 위한 핸들이 형성된 것을 특징으로 할 수 있다.

[0022] 또한, 상기 신축제어부는 상기 회전축의 일측 끝단과 결합되어 목표 인덕턴스가 유도될 때까지 상기 회전축을 회전시키는 제어전동기를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0023] 또한, 상기 전선은 상기 회전축의 내측으로 삽입된 후, 상기 회전축의 일측에 형성된 파지공(grip hole)을 통해 상기 회전축의 외주면으로 인출되고, 인출된 부위가 상기 회전축에 감긴 후 전극과 연결되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 하우징에는 상기 신축제어부의 경로를 안내하는 가이드가 형성되고, 상기 신축제어부는 상기 하우징과 결합된 상태에서 상기 가이드를 따라 이동 또는 회전하며, 상기 신축제어부는 상기 가이드를 따라 이동될 때

상기 전선의 일측을 견인하여 상기 전선을 신장되게 하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0025] 또한, 상기 신축제어부는 상기 전선의 복수 부위를 연장된 방향과 직교한 방향으로 견인하여 상기 전선이 지그재그(zigzag) 형상이 되게 하는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0026] 본 발명에 의한 인덕턴스 제어를 위해 신축성 도전 섬유를 이용하는 가변 인덕터에 따르면,
 [0027] 첫째, 인덕턴스의 변화비가 낮고, 최대 인덕턴스가 발생하는 구조에서 인덕턴스를 감소하는 것으로만 제어가 가능했던 종래의 가변 인덕터와 대비하여, 본 발명의 가변 인덕터는 인덕턴스의 변화비가 매우 넓고, 인덕턴스의 감소뿐만 아니라 인덕턴스의 증가시키는 것도 가능하게 되어 보다 발전된 형태의 회로를 제작할 수 있게 된다.
 [0028] 둘째, 신축성 전선을 신장시켜 인덕턴스의 변위를 유도하기 때문에 종래의 가변 인덕터보다 단순한 인덕턴스 제어 구조를 가질 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 가변 인덕터의 사시도.
 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 가변 인덕터의 평면 단면도.
 도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 가변 인덕터의 회전축에 제어전동기가 결합된 것을 나타내는 평면 단면도.
 도 4는 본 발명의 제2실시예에 따른 가변 인덕터의 평면 단면도.
 도 5는 본 발명의 제3실시예에 따른 가변 인덕터의 사시도.
 도 6는 본 발명의 제3실시예에 따른 가변 인덕터의 평면 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 의한 인덕턴스 제어를 위해 신축성 도전 섬유를 이용하는 가변 인덕터에 대하여 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.
 [0031] 또한, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
 [0032] 최근 나노기술의 발달로 다양한 형태의 도전성 섬유가 개발되었으며, 전도성은 구리에 버금가는 수준에 이르고 있다. 또한, 유연성 도전 폴리머(polymer) 등을 이용하는 전도성 섬유는 길이가 몇 배까지 늘어났다가 원상회복이 가능할 정도로 신축성이 뛰어나고, 동시에 전도성도 크게 변화되지 않는다.
 [0033] 본 발명의 일 실시예는 신축성 도전 섬유를 가변 인덕터 구조의 코일로 대체하고, 신축성 도전 섬유의 길이를 신축함으로써 인덕턴스의 변위를 유도하는 것이 주요 특징이다.
 [0034] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 제1실시예에 따른 인덕턴스 제어를 위해 신축성 도전 섬유를 이용하는 가변 인덕터는 적어도 두 개의 전극(120)을 포함하는 하우징(110)과, 상기 하우징(110) 내부에 인덕턴스를 가변하기 위한 제어부재가 포함되는 가변 인덕터에 있어서, 상기 제어부재는 상기 하우징(110) 내에서 양측이 상기 전극(120)과 연결되며, 신축성 및 도전성을 가지는 전선(130)과, 상기 전선(130)이 신장되는 길이를 가변시켜 인덕턴스의 변화를 유도하는 신축제어부(140)를 포함하는 것을 특징으로 한다.
 [0035] 전극(120)은 도면과 같이 하우징(110)과 같이 일측으로 연장된 것으로 실시될 수 있고, SMD(surface mount device)로도 실시될 수 있다.
 [0036] 이때, 전선(130)은 신축성을 가지는 도전 섬유와, 상기 도전 섬유의 외주면을 감싸며 상기 도전 섬유에 대응되

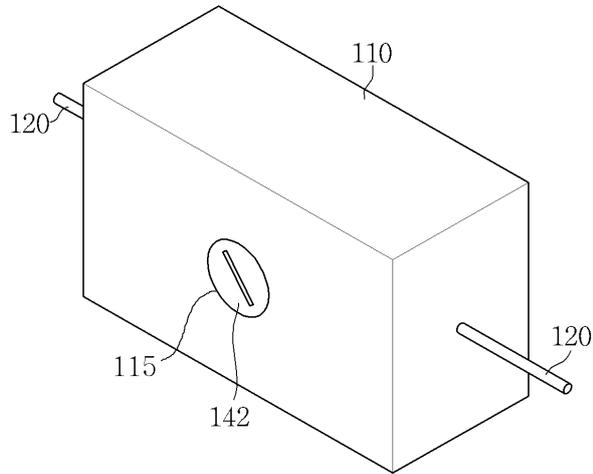
는 신축성을 가지는 피복을 포함할 수 있다.

- [0037] 상기 전선(130)의 신축성을 가지는 도전 섬유는 유연성 도전 폴리머, 신축성 AgNW-AgNP 임베디드 SBS(styrene-butadiene-styrene) 복합체 등이 될 수 있다.
- [0038] 신축성 AgNW-AgNP 임베디드 SBS 복합체의 제조 방법은, AgNW 혼합 SBS 섬유를 합성하기 위한 습식 방사법과, 전도성 섬유를 제조하기 위한 Ag 전구체 흡착 및 환원의 두 가지 주요 단계를 포함한다. AgNW 혼합 SBS 고분자 섬유는 용매/비용매(solvent/nonsolvent) 습식 방사법에 의해 제조되었다. 합성된 AgNW는 용매가 N,N-디메틸포름아미드(DMF, dimethylformamide)와 테트라히드로푸란(THF, tetrahydrofuran)의 혼합물인 SBS 중합체 용액과 균일하게 혼합된 후, AgNW 혼합 SBS 용액이 폴리비닐알코올(PVA, polyvinyl alcohol) 응고 액체에 주입된다. SBS 용액이 PVA 응고액에 주입되면 SBS 중합체의 침전이 즉시 일어났다. 상기 용매/비용매 습식 방사법을 실시하기 전에 재료 간의 용해도를 나타내는 지표인 Hildebrand 및 Hansen 용해도 매개 변수를 검토하여 적합한 용매 및 응고 액체를 검토해야 한다. 재료의 Hildebrand 및 Hansen 매개 변수의 값이 비슷한 경우에 서로 섞일 수 있다. 즉, 습식 방사법에 사용되는 PVA 응고액, DMF/THF 혼합 용매 및 SBS 중합체가 이 관계를 충족해야 한다. 이로써, 습식 방사 0.56wt% AgNW 혼합 SBS 고분자 섬유를 긴 원통형 스폴에 성공적으로 얻을 수 있다.
- [0039] 위와 같은 방법으로 제조된 신축성 AgNW-AgNP 임베디드 SBS 복합체는 외력이 가해지지 않는 초기 길이에서 2배로 신장되어도 저항의 증가가 5% 이하로 나타나며, 신장시키는 외력이 해소되면 원래의 길이로 복원되는 뛰어난 신축성을 가진다.
- [0040] 이론적으로, 길이가 2배로 신장되면, 전선(130)이 원통에 감겨지는 회전수도 2배가 된다. 전선(130)의 회전수가 2배가 되면 인덕턴스의 변화 크기는 4배가 된다. 종래에는 이와 같이 인덕턴스가 변화될 수 있는 인덕터는 제조하기가 매우 곤란하였다.
- [0041] 피복은 비전도성이며 뛰어난 신축성을 가지는 재료가 될 수 있다.
- [0042] 본 발명의 제1실시예에 따른 가변 인덕터의 신축제어부(140)는 하우징(110) 내에 회전할 수 있게 배치된 회전축을 포함한다. 전선(130)은 일측이 상기 회전축 상에 고정되어, 상기 회전축이 일 방향으로 회전하면 상기 회전축 외주면에 감기는 것을 특징으로 한다.
- [0043] 회전축이 일 방향으로 회전될수록 전선(130)이 회전축의 외주면에 더 많이 감기게 되는데, 이로써 전선(130)은 코일과 같은 형태를 가지게 되고, 회전축이 일 방향으로 회전할수록 코일의 권선수가 증가되는 것과 같은 효과가 발생된다. 따라서, 회전축을 회전시킬수록 더 큰 인덕턴스를 유도할 수 있게 된다.
- [0044] 회전축은 큰 인덕턴스와 높은 품질계수를 위하여 투자율이 높은 자성물질(ferrite)이 적용되는 것이 바람직하다.
- [0045] 회전축은 양 끝단, 또는 어느 하나가 하우징(110)의 외주면까지 관통되어 연장되고, 상기 하우징(110)의 외주면까지 연장된 끝단에는 수동으로 상기 회전축을 회전하기 위한 핸들(142)이 형성된다(도 1 참조).
- [0046] 핸들(142)은 사용자가 직접 파지할 수 있게 돌출된 것으로 실시될 수도 있고, 이 실시예의 도면과 같이 1차 드라이버와 같이 끝단이 납작한 도구가 삽입될 수 있는 요입된 홈으로도 실시될 수 있다.
- [0047] 도 3을 참조하면, 본 발명의 제1실시예에 따른 가변 인덕터는 회전축의 일측 끝단과 결합되어 목표 인덕턴스가 유도될 때까지 상기 회전축을 회전시키는 제어전동기(144)가 신축제어부(140)에 더 포함하는 것으로도 실시될 수 있다. 제어전동기(144)는 회전각도가 제어되는 전동기인 것이 바람직하다. 이 실시예의 가변 인덕터는 전선(130)이 회전축에 감기는 정도에 대응하여 유도되는 인덕턴스가 기 연산되어 원하는 인덕턴스 크기에 대응하여 제어전동기(144)를 구동시키는 것으로 실시될 수 있다.
- [0048] 본래의 길이보다 2배 이상 신장되는 신축성 도전 섬유는 회전축에 감기는 횟수가 수회 내지 수백회의 범위에서 제어할 수 있기 때문에 인덕턴스의 변화비를 종래보다 현저히 증가시킬 수 있게 된다.
- [0049] 도 4는 본 발명의 제2실시예에 따른 인덕턴스 제어를 위해 신축성 도전 섬유를 이용하는 가변 인덕터이다. 제2 실시예에 따른 가변 인덕터는 적어도 두 개의 전극(120)을 포함하는 하우징(110)과, 상기 하우징(110) 내부에 인덕턴스를 가변하기 위한 제어부재가 포함되는 가변 인덕터에 있어서, 상기 제어부재는 상기 하우징(110) 내에서 양측이 상기 전극(120)과 연결되며, 신축성 및 도전성을 가지는 전선(130)과, 상기 전선(130)이 신장되는 길이를 가변시켜 인덕턴스의 변화를 유도하는 신축제어부(140)를 포함한다.
- [0050] 제2실시예의 신축제어부(140)는 하우징(110) 내에 회전할 수 있게 배치된 회전축을 포함한다. 전선(130)은 일측

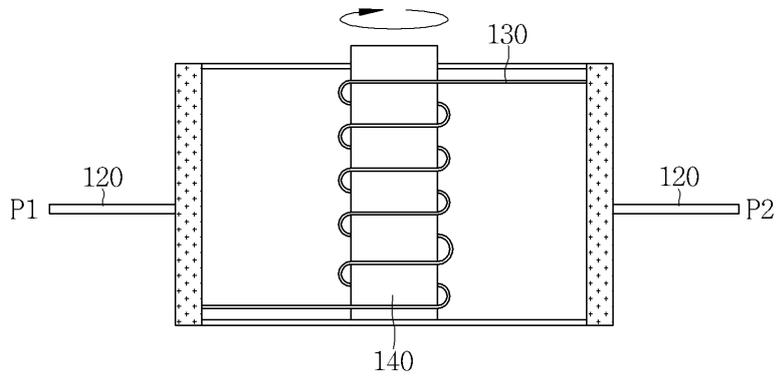
148 : 파지공

도면

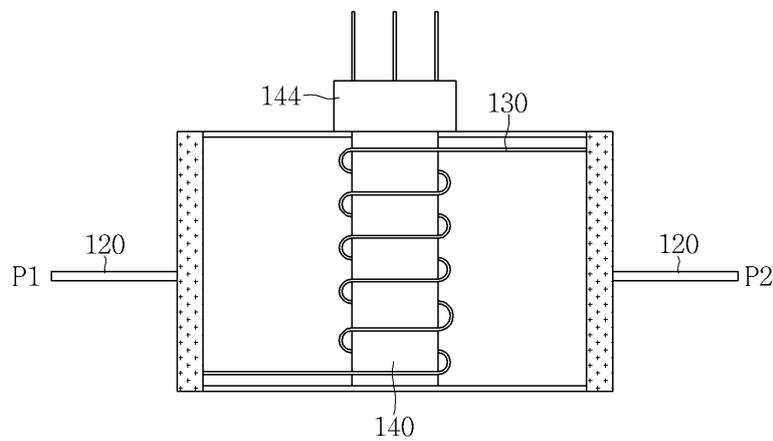
도면1



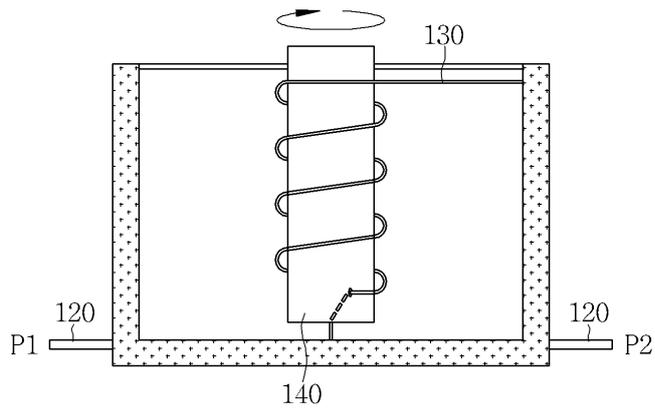
도면2



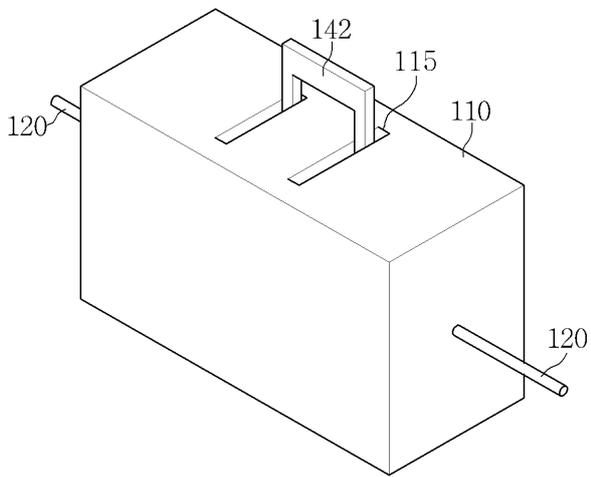
도면3



도면4



도면5



도면6

