



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년01월09일  
(11) 등록번호 10-1219568  
(24) 등록일자 2013년01월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01F 21/10 (2006.01) H01F 29/12 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2011-7005355  
(22) 출원일자(국제) 2009년09월07일  
심사청구일자 2011년03월07일  
(85) 번역문제출일자 2011년03월07일  
(65) 공개번호 10-2011-0039388  
(43) 공개일자 2011년04월15일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2009/065563  
(87) 국제공개번호 WO 2010/067649  
국제공개일자 2010년06월17일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2008-312547 2008년12월08일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP63067710 A\*  
JP평성03166706 A  
JP소화59178713 A  
JP소화47028454 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
스미다 코포레이션 가부시카이가이사  
일본 도쿄도 츄오구 니혼바시 3초메 12반 2코 아사히 빌딩  
(72) 발명자  
가와라이 미쓰구  
일본국 도쿄도 주오구 니혼바시 3-12-2 스미다 코포레이션 가부시카이가이사 내  
(74) 대리인  
박종화

전체 청구항 수 : 총 10 항

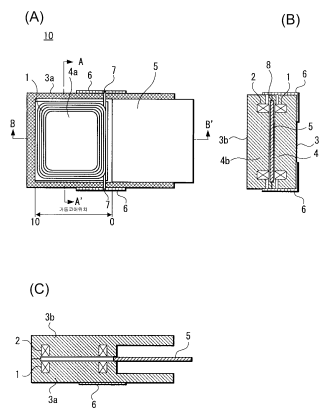
심사관 : 변형철

(54) 발명의 명칭 가변 인덕터

(57) 요약

가변 인덕터(10)는, 제1코일(1)과, 제1코일(1)에 발생된 자속을 소거하는 방향의 자속을 발생시키는 제2코일(2)과, 제1코일(1)과 제2코일(2)의 사이에 위치하여 개폐동작을 하는 가동코어(5)와, 제1코일(1)과 제2코일(2)과 가동코어(5)를 내포하는 폐자로 구조의 자성코어(3a, 3b)를 구비한다. 자성코어(3a)는 제1코일(1)이 감기는 자성코어 중심부(4a)를 구비하고, 제2자성코어(3b)는 제2코일(2)이 감기는 자성코어 중심부(4b)를 구비한다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

제1코일과,

상기 제1코일이 발생시키는 자속(磁束)을 소거하는 방향으로 자속을 발생시키는 제2코일과,

상기 제1코일 및 상기 제2코일의 사이에서 이동함으로써, 상기 제1코일 및 상기 제2코일이 발생시키는 자속을 차단하는 가동코어(可動 core)와,

상기 제1코일, 상기 제2코일 및 상기 가동코어를 내포하는 폐자로 구조(閉磁路 構造)의 자성코어(磁性 core)를 구비하고,

상기 자성코어는, 상기 제1코일을 구비하는 제1자성코어(第一磁性 core)와, 상기 제2코일을 구비하는 제2자성코어(第二磁性 core)를 조합시켜서 형성되고,

상기 제1자성코어 및 상기 제2자성코어의 벽(壁)의 선단에는, L자 모양의 가이드홈이 형성되고,

상기 가동코어는, 평판 모양으로 형성되고, 상기 가이드홈을 따라 이동 가능하게 되는

것을 특징으로 하는 가변 인덕터(可變 inductor).

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1자성코어는, 상기 제1코일이 감기는 제1중심부(第一中心部)를 구비하고,

상기 제2자성코어는, 상기 제2코일이 감기는 제2중심부(第二中心部)를 구비하는 것을 특징으로 하는 가변 인덕터.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 자성코어는, 상기 제1코일을 구비하는 제1자성코어와, 상기 제2코일을 구비하는 제2자성코어를 조합시켜서 형성되는 것을 특징으로 하는 가변 인덕터.

### 청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 제1코일의 권선축(卷線軸) 및 상기 제2코일의 권선축이 서로 일치하는 장소에 상기 제1 및 제2코일이 배치되고,

상기 가동코어는, 상기 제1 및 제2코일의 권선축 방향과 수직방향으로 이동하는 것을 특징으로 하는 가변 인덕터.

### 청구항 5

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 가동코어의 상기 제1 및 제2코일에 대한 위치를 조정하는 조정부(調整部)를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 가변 인덕터.

## 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 자성코어에 배치되는 상기 조정부에는, 제1나사홈이 형성되고,

상기 가동코어에 있어서 상기 제1나사홈이 접촉하는 면에는, 상기 제1나사홈에 맞춘 제2나사홈이 형성되는 것을 특징으로 하는 가변 인덕터.

## 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제1코일과 상기 제2코일이 직렬로 접속되는 것을 특징으로 하는 가변 인덕터.

## 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1코일과 상기 제2코일이 병렬로 접속되는 것을 특징으로 하는 가변 인덕터.

## 청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 제1 및 제2코일은, 상기 권선축 또는 단면 면적 중에서 적어도 중 어느 하나가 다르게 되는 것을 특징으로 하는 가변 인덕터.

## 청구항 10

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 제1 및 제2코일은, 동일한 재료, 동일한 턴수(turn數) 및 동일한 권선방법으로 형성되는 것을 특징으로 하는 가변 인덕터.

## 청구항 11

삭제

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은, 예를 들면 전자기기(電子機器)에 사용되는 코일(coil)의 인덕턴스(inductance) 값을 변경하는 경우에 있어서 적용하기에 적합한 가변 인덕터(可變 inductor)에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 종래에 있어서, 외부신호에 의하여 코일에 대한 자성코어(磁性 core)의 위치를 바꾸어서, 코일의 인덕턴스 값을 변경하는 가변 인덕터가 있다. 이러한 가변 인덕터는, 예를 들면 LC 필터나 공진회로(共振回路)에 있어서 필터(filter) 특성이나 공진주파수(共振周波數)의 조정에 사용된다.

[0003] 특허문헌1에는, 인덕터(inductor)의 가까이에 자속가변수단(磁束可變手段)을 이동시킴으로써 자속을 변화

시켜서, 인덕턴스 값을 변화시키는 가변 인덕터에 대하여 개시되어 있다.

[0004] 특허문헌2에는, 인가하는 교류전류의 주파수를 변경함으로써 인덕턴스를 변화시키는 가변 인덕터에 대하여 개시되어 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본국 특허2005-64308호 공보  
(특허문헌 0002) 일본국 특허2006-286805호 공보

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 그런데 종래의 가변 인덕터는, 인덕턴스 값의 조정범위가 좁았다. 예를 들면 특허문헌1에 개시된 가변 인덕터는 10%~30% 정도의 인덕턴스의 변화량밖에 실현할 수 없었다.

[0007] 종래의 가변 인덕터가 사용되는 기기는, 조정범위가 좁더라도 사용하는 것이 충분히 가능하였기 때문에, 가변 인덕터에 요구되는 인덕턴스의 가변범위는 한정되어 있었다. 반대로 종래의 가변 인덕터의 가변범위가 좁기 때문에, 가변 인덕터의 용도가 상기 기기에 한정되어 있다고 말할 수 있다. 이 때문에 가변 인덕터에 있어서 인덕턴스의 조정범위가 대폭적으로 넓어지게 되면, 그 용도는 대폭적으로 확대되어 공업적인 유용성이 늘어나는 것은 분명하다.

[0008] 그러나 인덕턴스 값의 가변범위가 넓더라도 개자로 구조(開磁路 構造)이면, 인덕터로부터 자계(磁界)가 발산되어 불필요한 전자파가 방사된다. 이러한 전자파는 전자방해(EMI : Electro Magnetic Interference)의 요인이 된다. 이 때문에 가변 인덕터의 주위에 복수의 전자기기가 혼재하는 경우에는, 방해전자파에 의하여 가변 인덕터의 가까이 있는 전자기기의 기능 저하나 오작동, 정지, 기록의 소실 등의 악영향을 받는 경우가 있다. 특히 대전류(大電流)를 취급하는 전원회로(電源回路)에서는, 종래의 가변 인덕터를 사용할 수는 없었다. 예를 들면 특허문헌2에 개시된 가변 인덕터는, 누설자속(漏洩磁束)이 많아지게 되어 외부의 전자기기에 영향을 끼치기 쉽기 때문에 실용성이 부족하다. 이 때문에 전자적 양립성의 관점으로부터 대책을 세울 필요가 있었다.

[0009] 본 발명은 이러한 상황을 고려하여 이루어진 것으로서, 방해전자파의 발생을 억제하면서 인덕턴스 값을 변경하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0010] 본 발명에 관한 가변 인덕터(可變 inductor)는, 제1코일과, 제1코일이 발생시키는 자속(磁束)을 소거하는 방향으로 자속을 발생시키는 제2코일과, 제1코일 및 제2코일의 사이에서 이동함으로써 제1코일 및 제2코일이 발생시키는 자속을 차단하는 가동코어(可動 core)와, 제1코일, 제2코일 및 가동코어를 내포하는 폐자로 구조(閉磁路 構造)의 자성코어(磁性 core)를 구비한다.

### 발명의 효과

[0011] 이렇게 함으로써 폐자로 구조의 자성코어에 의하여 제1코일, 제2코일 및 가동코어를 내포하기 때문에, 외부로의 누설자속을 적게 하여 방해전자파의 발생을 억제한 후에 인덕턴스 값의 변화범위를 크게 할 수 있다.

[0012] 본 발명에 의하면, 폐자로 구조의 자성코어에 의하여 제1코일, 제2코일 및 가동코어를 내포하기 때

문에, 외부로의 누설자속을 적게 하여 방해전자파의 발생을 억제할 수 있다. 그리고 가동코어를 이 동시킴으로써 인덕턴스 값의 조절을 용이하게 할 수 있다는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0013] 도1(A), 도1(B), 도1(C)는 본 발명의 제1실시형태에 있어서의 가변 인덕터의 예를 나타내는 구성도이다.
- 도2는 본 발명의 제1실시형태에 있어서의 가변 인덕터의 예를 나타내는 분해사시도이다.
- 도3은 본 발명의 제1실시형태에 있어서의 코일의 제1접속방식의 예를 나타내는 설명도이다.
- 도4는 본 발명의 제1실시형태에 있어서의 가변 인덕터에 발생하는 자속의 방향을 모델화 한 예를 나타내는 설명도이다.
- 도5는 본 발명의 제1실시형태에 있어서의 도1(A)에서의 가변 인덕터의 B-B'선에 따른 자성코어의 단면도의 예를 나타내는 설명도이다.
- 도6은 본 발명의 다른 실시형태에 있어서의 도1(A)에서의 가변 인덕터의 B-B'선에 따른 자성코어의 단면도의 예를 나타내는 설명도이다.
- 도7(A), 도7(B), 도7(C)는 본 발명의 제2실시형태에 있어서의 가변 인덕터의 예를 나타내는 구성도이다.
- 도8은 본 발명의 제2실시형태에 있어서의 코일의 제2접속방식의 예를 나타내는 설명도이다.
- 도9(A), 도9(B), 도9(C)는 비교샘플의 예를 나타내는 구성도이다.
- 도10은 제1 및 제2실시형태에 있어서의 가변 인덕터와 비교샘플의 가동코어 위치에 대한 인덕턴스 비의 예를 나타내는 설명도이다.
- 도11은 제1 및 제2실시형태에 있어서의 가변 인덕터와 비교샘플의 가동코어 위치에 대한 인덕턴스 값의 예를 나타내는 설명도이다.
- 도12는 제1코일과 제2코일의 권선축과 단면 면적을 다르게 하였을 경우에 있어서의 자속 모양의 예를 나타내는 설명도이다.
- 도13(A), 도13(B), 도13(C), 도13(D)는 본 발명의 제3실시형태에 있어서의 가변 인덕터의 예를 나타내는 구성도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 이하, 본 발명의 제1실시형태에 대하여 도1~도5를 참조하여 설명한다. 본 실시형태에서는, 예를 들면 소형의 전자기기(電子機器), 전자회로(電子回路)에 채용되는 가변 인덕터(10)에 적용한 예에 대하여 설명한다.
- [0015] 도1(A), 도1(B), 도1(C)는 가변 인덕터(10)의 구성예를 나타낸다.
- [0016] 도1(A)는, 상면에서 보았을 경우에 있어서의 가변 인덕터(10)의 구성예를 나타낸다.
- [0017] 도1(B)는, 도1(A)에 있어서의 가변 인덕터(10)의 A-A'선에 따른 단면도의 예를 나타낸다.
- [0018] 도1(C)는, 도1(A)에 있어서의 가변 인덕터(10)의 B-B'선에 따른 단면도의 예를 나타낸다.
- [0019] 가변 인덕터(可變 inductor)(10)는, 자성코어 중심부(磁性core 中心部)(4a, 4b)와, 자성코어 중심부(4a, 4b)의 주위에 도선(導線)이 감겨서 형성되는 제1코일(1) 및 제2코일(2)을 구비한다. 제1코일(1)과 자성코어 중심부(4a)는, 일면(一面)에 개구부(開口部)가 형성되는 상자 모양의 자성코어(3a)와, 이 개구부를 덮는 판자 모양의 가동코어(可動 core)(5)에 의하여 주위가 덮인다. 자성코어(3a)의 측면에는, 제1코일(1)과 제2코일(2)로부터 연장된 코일단부 인출부(coil端部 引出部)(7)가 접속되는 외부전극(外部電極)(6)을 구비한다. 코일단부 인출부(7)는 자성코어(3a)의 벽(壁)으로부터 연장되어 외부전극(6)에 접속되는 제1코일(1) 및 제2코일(2)의 단부이고, 코일단부 인출부(7)가 외부전극(6)에 접속됨으로써 제1코

일(1) 및 제2코일(2)이 병렬로 접속된다.

- [0020] 제1코일(1)은, 외부전극(6)이 공심(空芯)으로 감겨진 코일이다. 일반적으로 외부전극(6)은 구리심(銅芯)의 주위에 절연피막이 피복되어 형성된다. 다만 가변 인덕터(10)를 저배화(低背化) 하기 위하여 제1코일(1)로서는, 권선(捲線) 이외에 절연수지시트(絶緣樹脂 sheet) 상에 형성된 플랫 코일(flat coil)을 사용하여도 좋다. 다만 플랫 코일을 사용하였을 경우에 권선의 사이에 절연처리가 필요하게 된다. 이 때문에 예를 들면 수지(樹脂)로 코일을 덮도록 형성하거나, 투자율(透磁率)을 높이기 위하여 수지와 자성분말(磁性粉末)의 혼합물로 코일을 씌우거나 하면 좋다.
- [0021] 제2코일(2)은, 제1코일(1)과 동일한 재료, 동일한 턴수(turn數), 동일한 권선방법으로 형성되는 코일이다. 다만 제2코일(2)은 제1코일(1)과 병렬로 접속되기 때문에, 제2코일(2)의 권선은 제1코일(1)의 권선과 역방향(逆方向)으로 감긴다. 이에 따라 제1코일(1)로부터 발생하는 자속(磁束)을 소거할 수 있다.
- [0022] 제1코일(1), 제2코일(2) 및 가동코어(5)를 내포하는 폐자로 구조(閉磁路 構造)의 자성코어는, 제1코일(1)을 구비하는 자성코어(3a)와, 제2코일(2)을 구비하는 제2자성코어를 조합시켜서 형성된다. 자성코어(3a)는 제1코일(1)이 감기는 자성코어 중심부(4a)를 구비하고, 제2자성코어(3b)는 제2코일(2)이 감기는 자성코어 중심부(4b)를 구비한다. 자성코어(3a), 자성코어 중심부(4a), 자성코어(3b) 및 자성코어 중심부(4b)는, 페라이트(ferrite)로부터 소성(燒成)되고 또는 금속계 자성재료 등의 재질이 사용되어 형성되는 코어이다. 자성코어(3a), 자성코어 중심부(4a), 자성코어(3b) 및 자성코어 중심부(4b)는 고투자율(高透磁率)을 가지면서 자속이 통과하기 쉬운 성질을 가진다. 그리고 자성코어(3a) 및 자성코어(3b)는, 제1코일(1), 제2코일(2)의 전체를 둘러싸는 자성체 코어의 일부이고, 누설자속(漏洩磁束)을 억제하는 기능을 구비한다.
- [0023] 가동코어(5)는, 페라이트로부터 소성되고 또는 금속계 자성재료 등의 재질이 사용되어 형성되는 평판 모양의 자성체 코어이다. 가동코어(5)는 고투자율을 가지면서 자속이 통과하기 쉬운 성질을 가진다. 가동코어(5)에 있어서 대향(對向)하는 2면은, 자성코어(3a)의 내측면이고, 가동코어의 이동방향으로 형성된 가이드홈(8)에 의하여 지지되어 있어, 가동코어(5)는 가이드홈(8)을 따라 가로로 이동할 수 있다. 그리고 가동코어(5)는 가동코어(5)의 개폐동작을 컨트롤 하는 도면에 나타내지 않은 액추에이터(actuator)에 연결된다. 액추에이터는 자성코어(3a), 가동코어(5)의 외부에 발생하는 간극에 설치하여도 좋지만, 본 발명의 가변 인덕터(10)의 외부의 다른 곳에 설치하여도 좋다.
- [0024] 가이드홈(8)은 가동코어(5)를 지지하여 가동코어(5)의 자유이동을 허용하는 기능을 구비한다. 가이드홈(8)으로서는, 가동코어(5)를 보다 원활하게 이동시키기 위하여 자성코어(3a, 3b)의 벽에 대략 L자의 홈을 형성하고, L자 홈의 내면에 수지를 도포(塗布)하여 레일면(rail 面)을 만들어도 좋다. 또한 제조공정이나 사용요구에 따라 적절하게 알맞은 구성을 추가하거나 변경하거나 할 수도 있다. 예를 들면 가변 인덕터(10)의 외부에 있어서, 자성코어(3a, 3b)의 사이의 간극부에, 수지의 충전부재(充填部材)를 넣어서 가동코어(5)의 지지부재나 레일면을 형성하여도 좋고, 한쪽을 비워서 가동코어(5)를 구동하는 액추에이터를 설치하여도 좋다.
- [0025] 외부전극(6)은 병렬로 접속된 제1코일(1)과 제2코일(2)의 양단에 접속되어, 외부로부터 제1코일(1)과 제2코일(2)에 전류를 공급한다. 외부전극(6)은, 코일단부 인출부(7)로부터 자성코어(3a)의 외부나 자성코어(3a)가 접속하는 도면에 나타내지 않은 기판과의 실장부(實裝部)까지 예를 들면 은(銀) 등의 금속분말과 수지의 혼합물을 도포하여 소결함으로써 형성된다. 가변 인덕터(10)에는 2개의 외부전극(6)밖에 사용되지 않기 때문에, 재료와 스페이스(space)를 절약할 수 있다. 또 외부전극(6)으로서 금속계의 전극을 자성코어(3a)에 접촉하고, 이 전극에 제1코일(1)과 제2코일(2)의 코일 단부를 납땜하여도 좋다.
- [0026] 도2는 가변 인덕터(10)의 분해사시도이다.
- [0027] 도2에 있어서, 외부전극(6)이나 가동코어(5)의 지지부재에 대해서는 도면에 나타내는 것을 생략한다. 도2에 있어서, 자성코어(3a)에 설치된 자성코어 중심부(4a)에 제1코일(1)이 삽입되어 설치되고, 자성코어(3b)에 설치된 자성코어 중심부(4b)(도1 참조)에 제2코일(2)이 삽입되어 설치되는 것이 나타나 있다. 또한 가동코어(5)는 가이드홈(8)을 따라 이동할 수 있는 것이 나타나 있다.
- [0028] 도3은 코일의 제1접속방식의 예를 나타낸다.



- [0029] 가변 인덕터(10)가 구비하는 제1코일(1)과 제2코일(2)은 병렬로 접속된다. 제1코일(1)과 제2코일(2)은 권선방식이 동일하고, 제1코일(1)의 권선축(卷線軸) 및 제2코일(2)의 권선축이 서로 일치하는 장소(본 예에서는 공심(空芯)의 축)로서, 이 공심의 축이 동일한 방향으로 배치된다. 도선의 화살표는 전류의 방향을 나타내고 있고, 입력부(入力部)(11)로부터 입력되어 출력부(12)에서 출력되는 전류에 의하여 제1코일(1)과 제2코일(2)이 자속을 발생시킨다. 여기에서 제1코일(1)과 제2코일(2)이 발생시키는 자속은, 밀도가 동일하지만 방향은 반대가 된다. 이 때문에 제1코일(1)과 제2코일(2)의 내부에 발생하는 자속은 거의 소거된다. 다만 약간의 누설자속(9)은 제1코일(1)과 제2코일(2)의 사이로부터 외부로 새어나가지만, 방해전자파의 요인이 될 만큼 강한 자속은 아니다.
- [0030] 도4는, 도1(A)에 있어서의 가변 인덕터(10)의 B-B'선에 따른 단면도의 예를 나타낸다.
- [0031] 여기에서는 가변 인덕터(10)에 발생하는 자속의 방향을 모델화 한 예에 대하여 설명한다.
- [0032] 제1코일(1)과 제2코일(2)을 자성코어(3a, 3b)에 수납하고 또한 제1코일(1)과 제2코일(2)의 사이에 가동코어(5)를 삽입한다. 이 때에 가동코어(5)는 제1코일(1) 및 제2코일(2)의 권선축 방향과 수직방향으로 이동한다. 이에 따라 제1코일(1)과 제2코일(2)이 가동코어(5)에 의하여 차단되는 부분에 있어서, 제1코일(1)과 제2코일(2)이 발생시키는 반대방향의 자속이 가동코어(5)에 의하여 합류한다. 이 때문에 가동코어(5)와 자성코어(3a, 3b)는 폐자로(閉磁路)를 구성한다. 또한 제1코일(1)과 제2코일(2)이 발생시키는 반대방향의 자속이 합류하는 부분에서는 인덕턴스가 발생한다. 한편 가동코어(5)에 차단되어 있지 않은 부분에 있어서, 상기한 바와 같이 상하의 자속(도3에서 파선으로 나타나 있는 자속)이 상쇄되어 인덕턴스에 기여하지 않는다. 이 때문에 가동코어(5)의 삽입 정도를 변경하여, 인덕턴스에 기여하는 자속의 양을 조정함으로써 인덕턴스 값을 조정할 수 있다.
- [0033] 다음에 가변 인덕터(10)를 제작하는 공정의 예에 대하여 도5를 참조하여 설명한다.
- [0034] 도5는, 도1(A)에 있어서의 가변 인덕터(10)의 B-B'선에 따른 자성코어(3a, 3b)의 단면도의 예를 나타낸다.
- [0035] 우선 자성코어(3a, 3b)와 자성코어 중심부(4a)를 형성한다. 자성코어(3a, 3b)와 자성코어 중심부(4a)는, 원료분(元料粉) 예를 들면 Ni-Zn계 페라이트 등의 연자성 페라이트 분말(軟磁性 ferrite 粉末)을 프레스(press)에 의하여 원하는 형상으로 성형하고, 그 후에 소성로(燒成爐)에 의하여 소결체(燒結體)로서 태워서 굳힘으로써 상하대칭으로 한 자성코어(3a, 3b)를 형성한다. 동시에 공심의 제1코일(1)과 제2코일(2)을 형성한다.
- [0036] 다음에 제1코일(1)과 제2코일(2)을 각각 자성코어(3a, 3b)에 장착한 후에, 판자 모양의 가동코어(5)와 도면에 나타내지 않은 액추에이터를 장착한다.
- [0037] 다음에 코일단부 인출부(7)를 자성코어(3a, 3b)의 벽으로부터 연장한다.
- [0038] 최후에 자성코어(3a, 3b)를 합쳐서 접착제 등으로 접착하여 고정하고, 자성코어(3a, 3b)의 외부에 외부전극(6)을 형성한다.
- [0039] 이상에서 설명한 제1 실시형태에 관한 가변 인덕터(10)에 의하면, 자성체에 의하여 완전한 폐자로를 형성하고 있는 상태에서부터 개자로(開磁路) 상태 또한 자성체를 코일로부터 멀어지게 하여 공심코일(空芯 coil)의 상태로 함으로써, 인덕턴스의 가변범위를 넓히는 것이 가능하게 된다. 또한 제1코일(1)과 제2코일(2)로부터 발생하는 자속은 정반대방향으로 되어 있기 때문에, 자속을 서로 소거할 수 있다. 또한 제1코일(1)과 제2코일(2)이 자성코어(3a, 3b)에 내포되어 있어, 자성코어(3a, 3b)와 자성코어 중심부(4a)를 통하여 폐자로 구조가 된다. 이 때문에 가변 인덕터(10)의 외부로 누설되는 자속이 발생하기 어려워진다는 효과가 있다.
- [0040] 또한 가동코어(5)는, 제1코일(1)과 제2코일(2)의 사이에 삽입 또는 멀리 떨어지도록 도면에 나타내지 않은 액추에이터에 의하여 개폐동작이 이루어진다. 이 때에 제1코일(1)과 제2코일(2)이 발생시키는 자속 중에서 서로 소거되지 않는 자속에 의하여 인덕턴스가 발생한다. 이 때문에 가변 인덕터(10)의 인덕턴스의 가변범위는 일반적인 가변 인덕터보다 넓어지게 된다는 효과가 있다.
- [0041] 또한 제1코일(1)과 제2코일(2)이 발생시키는 자속을 가동코어(5)가 차단함으로써 인덕턴스를 용이하게 조절할 수 있다. 또한 가동코어(5)의 이동량을 조정하기 위하여 가동코어(5)의 제1코일(1) 및 제2코일(2)에 대한 위치를 조정하는 조정부(調整部)를 자성코어(3a, 3b)의 어느 한쪽 또는 양방에 구비하

여도 좋다. 예를 들면 조정부로서 도면에 나타내지 않은 액추에이터를 사용하면, 가동코어(5)는 액추에이터에 의하여 가이드홈(8)을 따라 약간의 힘에 의하여 이동될 수 있다. 이 때문에 인덕턴스를 원하는 값으로 미세하게 조정할 수 있다.

[0042] 또 가변 인덕터(10)를 제작하는 공정은, 상기한 제1실시형태에 있어서 설명한 공정에 한정되지 않는다. 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 한 다양한 제조공정이나 제조순서나 변형도 가능하다.

[0043] 도6은 자성코어(3a, 3b)의 변형예를 나타낸다.

[0044] 상기한 제1실시형태에 관한 자성코어(3a, 3b)를 대신하여, 단면의 형상이 도6에 나타나 있는 바와 같은 자성코어(15)를 소결하고, I형 코어에 권선된 코일을 자성코어(15)의 내부에 넣어도 좋다.

[0045] 또한 자성코어(3a, 3b)와, 제1코일(1) 및 제2코일(2)을 위치고정하기 위하여 수지 등으로 양자를 점착하는 공정을 넣어도 좋다. 또한 제1코일(1), 제2코일(2)을 자성코어(3a, 3b)에 넣은 후에 코일을 피복하도록 수지와 페라이트 분말의 혼합물을 넣어서 소결하여도 좋다. 또한 가동코어(5)를 지지하기 위한 지지부재를 자성코어(3a, 3b)와 가동코어(5)의 간극에 넣거나 수지 등의 충전재를 넣거나 하여도 좋다.

[0046] 또한 자성코어(3a, 3b)의 간극으로부터 자속이 새어나가지 않도록 자성코어(3a, 3b), 제1코일(1) 및 제2코일(2)의 간극에 분말자성체와 수지의 혼합물을 넣어도 좋다. 또한 자성코어(3a, 3b)의 형성방법은 상기의 건식법(乾式法)을 개시하였지만, 보다 성질이 우수한 코어를 요구하는 경우에는 습식법(濕式法)도 사용할 수 있다. 또한 자성코어(3a, 3b)의 모양은 육면체뿐만 아니라 원기둥이나 다면체로 하여도 좋다.

[0047] 다음에 본 발명의 제2실시형태에 대하여 도7과 도8을 참조하여 설명한다.

[0048] 본 실시형태에 있어서도 예를 들면 소형의 전자기기, 전자회로에 채용되는 가변 인덕터(20)에 적용한 예에 대하여 설명한다. 이하의 설명에 있어서, 이미 제1실시형태에서 설명한 도1에 대응하는 부분에는 동일한 부호를 붙이고, 이에 대한 상세한 설명을 생략한다.

[0049] 도7(A), 도7(B), 도7(C)는 가변 인덕터(20)의 구성예를 나타낸다.

[0050] 도7(A)는, 상면에서 보았을 경우에 있어서의 가변 인덕터(20)의 구성예를 나타낸다.

[0051] 도7(B)는, 도7(A)에 있어서의 가변 인덕터(20)의 A-A'선에 따른 단면도의 예를 나타낸다.

[0052] 도7(C)는, 도7(A)에 있어서의 가변 인덕터(20)의 B-B'선에 따른 단면도의 예를 나타낸다.

[0053] 가변 인덕터(20)의 구성은, 상기한 제1실시형태에 관한 가변 인덕터(10)의 구성과 대략 동일하다. 다만 가변 인덕터(20)는, 제1코일(1)과 제2코일(2)이 직렬로 접속되어 있는 점과, 자성코어 중심부(4a, 4b)를 구비하지 않는 점이 다르다. 이 때문에 제1코일(1), 제2코일(2) 및 가동코어(5)를 내포하는 폐자로 구조의 자성코어는, 제1코일(1)을 구비하는 제1자성코어(3a)와, 제2코일(2)을 구비하는 제2자성코어(3b)만을 조합시켜서 형성되는 것이다.

[0054] 제1코일(1)과 제2코일(2)로부터의 자속을 마주 보는 방향으로 발생시키기 위하여 양자의 도선의 권선 방향은 동일하게 한다. 그리고 가변 인덕터(20)에는, 제1코일(1)과 제2코일(2)이 직렬로 접속되는 접속전극(接續電極)(21)이 설치된다. 접속전극(21)은 자성코어(3a, 3b)의 측면에 설치되기 때문에, 접속전극(21)에 대응하는 자성코어(3a, 3b)의 측면에 절단부(切斷部)가 형성된다.

[0055] 도8은 코일의 제2접속방식의 예를 나타낸다.

[0056] 가변 인덕터(20)가 구비하는 제1코일(1)과 제2코일(2)은 직렬로 접속된다. 제1코일(1)과 제2코일(2)은 권선방식이 동일하고, 공심의 축이 동일한 방향으로 배치된다. 입력부(11)로부터 입력하여 출력부(12)에서 출력하는 전류에 의하여 제1코일(1)과 제2코일(2)이 자속을 발생시킨다. 제1코일(1)과 제2코일(2)이 발생시키는 자속은, 밀도가 동일하고, 방향은 동일하게 된다.

[0057] 본 실시형태에 관한 가변 인덕터(20)는 자성코어 중심부(4a, 4b)를 구비하지 않는 예를 들었지만, 이것은 가변 인덕터의 중첩특성(重疊特性)을 개선하기 위함이다. 일반적으로 특히 전원장치에 있어서, 코일에 과대전류를 흐르게 하면, 코일에 감겨 있는 자성코어를 통과하는 자속밀도가 높아지게 되어 「자기포화(磁氣飽和)」라고 하는 현상이 일어난다. 이 현상에 의하여 전류가 커지고 있는 것인데도



불구하고 인덕턴스가 내려간다는 문제가 발생한다. 또 전류와 인덕턴스 값의 관계를 나타내는 「직류 중첩특성(直流重疊特性)」이라고 하는 지표가 있다. 제2실시형태에 있어서, 직류중첩특성을 개선하는 의도에서 자성코어 중심부(4a, 4b)를 얹얹으로써 자기포화가 안 되도록 연구하고 있다. 또 실제의 요구에 따라 자성코어 중심부(4a, 4b)를 넣는 구성으로 하더라도 좋다.

- [0058] 여기에서 가변 인덕터(10, 20)의 인덕턴스 값의 가변범위의 비교예에 대하여 도9~도11을 참조하여 설명한다. 이 비교를 하기 위하여 종래기술을 사용하여 비교샘플을 제작함으로써, 비교샘플과 가변 인덕터(10, 20)의 인덕턴스 값의 가변범위를 비교하였다.
- [0059] 도9(A), 도9(B), 도9(C)는 비교샘플의 구성예를 나타낸다.
- [0060] 도9(A)는, 상면에서 보았을 경우에 있어서의 비교샘플의 구성예를 나타낸다.
- [0061] 도9(B)는, 도9(A)에 있어서의 비교샘플의 A-A'선에 따른 단면도의 예를 나타낸다.
- [0062] 도9(C)는, 도9(A)에 있어서의 비교샘플의 B-B'선에 따른 단면도의 예를 나타낸다.
- [0063] 비교샘플의 구조는 가변 인덕터(20)의 구조와 대략 동일하다. 다만 비교샘플은 제2코일(2)과 상부의 자성코어(3b)를 떼어낸 상태로 되어 있다. 이 때문에 비교샘플은 개자로 구조가 된다.
- [0064] 도10은, 가동코어(5)의 위치를 변경하였을 경우에 있어서의 가변 인덕터(10, 20)와 비교샘플과의 인덕턴스 값의 변화율의 예를 나타내고 있다. 도10에 있어서, 가변 인덕터(10)의 인덕턴스 비를 나타내는 꺾은 선(23), 가변 인덕터(20)의 인덕턴스 비를 나타내는 꺾은 선(24) 및 비교샘플의 인덕턴스 비를 나타내는 꺾은 선(25)에 의하여 가동코어(5)의 위치에 대한 인덕턴스 비를 나타내고 있다.
- [0065] 또한 가동코어(5)가 제1코일(1)과 제2코일(2)을 완전히 차단하는 경우의 위치를 "10"으로 하고, 가동코어(5)가 제1코일(1)과 제2코일(2)로부터 완전히 뺏혔을 경우의 위치를 "0"으로 한다(도1(A), 도7(A) 및 도9(A) 참조). 이하, 위치 "0"에 대한 가동코어(5)의 상대적인 위치를 「가동코어 위치」라고 부른다. 그리고 가동코어(5)가 "10"의 위치에 있을 때의 인덕턴스 값을 "1"로 하여, 다른 위치의 인덕턴스 값에 대하여 규격화(規格化) 한다.
- [0066] 도10에 나타나 있는 바와 같이 가동코어 위치가 "0"에 있어서의 가변 인덕터(10, 20)의 인덕턴스 비는 함께 20% 부근인 것에 대하여, 비교샘플의 인덕턴스 비는 70% 부근인 것을 알 수 있다. 이 때문에 가변 인덕터(10, 20)의 인덕턴스 비는 비교샘플의 인덕턴스 비에 비하여 변화율이 크다고 말할 수 있다.
- [0067] 도11은 구체적인 인덕턴스 값과 위치의 관계에 대한 예를 나타낸다.
- [0068] 도11은, 가동코어(5)의 위치를 변경하였을 경우에 있어서의 가변 인덕터(10, 20)와 비교샘플과의 인덕턴스 값의 예를 나타내고 있다. 도11에 있어서, 가변 인덕터(10)의 인덕턴스 값을 나타내는 꺾은 선(26), 가변 인덕터(20)의 인덕턴스 값을 나타내는 꺾은 선(27) 및 비교샘플의 인덕턴스 값을 나타내는 꺾은 선(28)에 의하여 가동코어(5)의 위치에 대한 인덕턴스 값을 나타내고 있다.
- [0069] 도11에 나타나 있는 바와 같이 가동코어 위치가 "10"에 있어서의 가변 인덕터(10)의 인덕턴스 값은 약 3.3 $\mu$ H이고, 가변 인덕터(20)의 인덕턴스 값은 약 2.2 $\mu$ H이다. 이에 대하여 비교샘플의 인덕턴스 값은 약 1.0 $\mu$ H인 것을 알 수 있다. 이 때문에 가변 인덕터(10, 20)의 인덕턴스 값은 비교샘플의 인덕턴스 값에 비하여 변화율이 크다고 말할 수 있다.
- [0070] 가변 인덕터(10, 20)의 인덕턴스 값은, 가동코어(5)가 삽입되고, 제1코일(1)과 제2코일(2)가 차단된 상태에서는 제1코일(1)과 제2코일(2)은 각각 독립적으로 자로(磁路)를 형성하기 때문에, 발생하는 자속의 상호작용은 매우 작아진다. 한편 제1코일(1)과 제2코일(2)은 독립된 2개의 인덕터로서 기능을 하기 때문에, 2개의 인덕터가 직렬 또는 병렬로 접속되었을 경우에 있어서의 인덕턴스 값이 얻어진다. 한편 제1코일(1)과 제2코일(2)로부터 가동코어(5)가 뺏힌 상태에서는 제1코일(1)과 제2코일(2)이 서로 자속을 소거하기 때문에, 2개의 코일 사이의 간극에 발생하는 누설자속만에 의하여 인덕턴스가 발생한다. 이 때문에 인덕턴스는 매우 작은 값이 된다. 이 때에 1개의 코일을 개자로 구조로 하였을 경우와 비교하더라도, 발생하는 자속이 억제되기 때문에 인덕턴스 값이 매우 작아진다.
- [0071] 도10과 도11에 나타나 있는 바와 같이 가변 인덕터(10, 20)는, 비교샘플에 비하여 인덕턴스의 가변범위가 넓어지는 것이 나타나 있다. 또 상기한 제1 및 제2실시형태에 있어서, 제1코일(1)과 제2코일

(2)을 동일한 재료, 동일한 턴수, 동일한 권선방법으로 제작하였지만, 반드시 동일한 재료, 동일한 턴수, 동일한 권선방법이 아니어도 좋다.

[0072] 도12는, 제1코일(1)과 제2코일(2)의 권선축 및 단면 면적을 다르게 하였을 경우에 있어서의 자속의 모양을 나타낸다. 제1코일(1)과 제2코일(2)은 직렬접속(코일의 제2접속방식)으로 되어 있는 것으로 한다.

[0073] 이 경우에 가변 인덕터(20)는, 예를 들면 제1코일(1)과 제2코일(2)의 권선축이 완전히 일치되어 있지 않거나 또는 제1코일(1)과 제2코일(2)의 단면 면적이 다르게 되어 있다. 그러나 제1코일(1)과 제2코일(2)이 서로 자속을 소거하여 감소시키는 구성이면, 본 발명에 관한 작용 및 효과를 얻을 수 있다. 또한 이러한 구성으로 한 가변 인덕터(20)이더라도 비교샘플에 대하여 인덕턴스의 변화폭이 커지게 된다는 효과가 얻어진다.

[0074] 또 가변 인덕터(10)에 있어서, 제1코일(1)과 제2코일(2)이 병렬접속(코일의 제1접속방식)으로 되어 있는 경우에, 제1코일(1)과 제2코일(2)의 권선축이 완전히 일치되어 있지 않거나 또는 제1코일(1)과 제2코일(2)의 단면 면적이 다르게 되어 있더라도, 상기한 바와 같이 본 발명에 관한 작용 및 효과를 얻을 수 있다.

[0075] 다음에 본 발명의 제3실시형태에 대하여 도13을 참조하여 설명한다.

[0076] 본 실시형태에 있어서도, 예를 들면 소형의 전자기기, 전자회로에 채용되는 가변 인덕터(30)에 적용한 예에 대하여 설명한다. 이하의 설명에 있어서, 이미 제1실시형태에서 설명한 도1에 대응하는 부분에는 동일한 부호를 붙이고, 이에 대한 상세한 설명을 생략한다.

[0077] 도13(A), 도13(B), 도13(C), 도13(D)는 가변 인덕터(30)의 구성예를 나타낸다.

[0078] 도13(A)는, 상면에서 보았을 경우에 있어서의 가변 인덕터(30)의 구성예를 나타낸다.

[0079] 도13(B)는, 도13(A)에 있어서의 가변 인덕터(30)의 A-A'선에 따른 단면도의 예를 나타낸다.

[0080] 도13(C)는, 도13(A)에 있어서의 가변 인덕터(30)을 화살표(35)의 방향에서 보았을 경우에 있어서의 구성예를 나타낸다.

[0081] 도13(D)는, 도13(A)에 있어서의 가변 인덕터(30)의 B-B'선에 따른 단면도의 예를 나타낸다.

[0082] 가변 인덕터(30)의 구성은 상기한 제2실시형태에 관한 가변 인덕터(20)의 구성과 대략 동일하다. 다만 가변 인덕터(30)는, 가동코어(5)를 이동시키는 나사 모양의 조정수단(調整手段)을 구비하는 점이 다르다.

[0083] 도13(D)에 나타나 있는 바와 같이 가변 인덕터(30)에 있어서 외측의 상하 코어의 간극에, 가동코어(5)의 위치를 조정할 수 있는 조정나사(31)가 자성코어(3a)에 설치된다. 조정나사(31)에는, 제1나사홈이 형성된다. 한편 가동코어(5)에 있어서 조정나사(31)에 접촉하는 면에는, 사전에 제1나사홈에 맞춘 제2나사홈으로서 나사홈(32)이 형성된다. 또한 조정나사(31)의 일단(一端)에는, 조정나사(31)가 가변 인덕터(30)로부터 탈락하지 않도록 나사 스톱퍼(34)가 설치되어 있다. 또한 조정나사(31)의 위치를 확보하기 위하여 수지 등의 재료로 조정나사(31)의 둘레에 나사 가이드(33)가 형성된다. 또한 가동코어(5)의 위치를 조정하는 조정수단으로서, 나사 모양에 한정되지 않고 예를 들면 모터 등의 수단도 사용할 수 있다.

[0084] 이와 같이 가변 인덕터(30)의 내부에 조정수단을 설치함으로써 인덕턴스의 미세한 조정이 용이하게 된다. 또한 가동코어(5)가 조정수단에 의하여 지지되기 때문에, 외부로부터 가해지는 진동, 충격에 대하여 파손되기 어려워진다는 효과가 있다.

[0085] 또 상기한 제1~제3실시형태에 관한 가변 인덕터에 있어서, 제1코일(1)과 제2코일(2)은 직렬 또는 병렬 중 어느 쪽의 방식으로 접속되어 있어도 좋다. 또한 제1코일(1)과 제2코일(2)은 동일한 재료, 동일한 턴수 및 동일한 권선방법으로 형성되는 것이 바람직하지만, 권선축 또는 단면 면적 중에서 적어도 어느 하나가 다르게 되어 있어도 좋다. 이 경우에 제1코일(1)과 제2코일(2)이 발생시키는 자속이 다소 다르게 되지만, 조금이라도 상호의 자속을 소거하는 방향으로 자속이 발생하는 것이라면, 가변 인덕터로서 기능을 하기 때문에 원하는 효과를 얻을 수 있다.

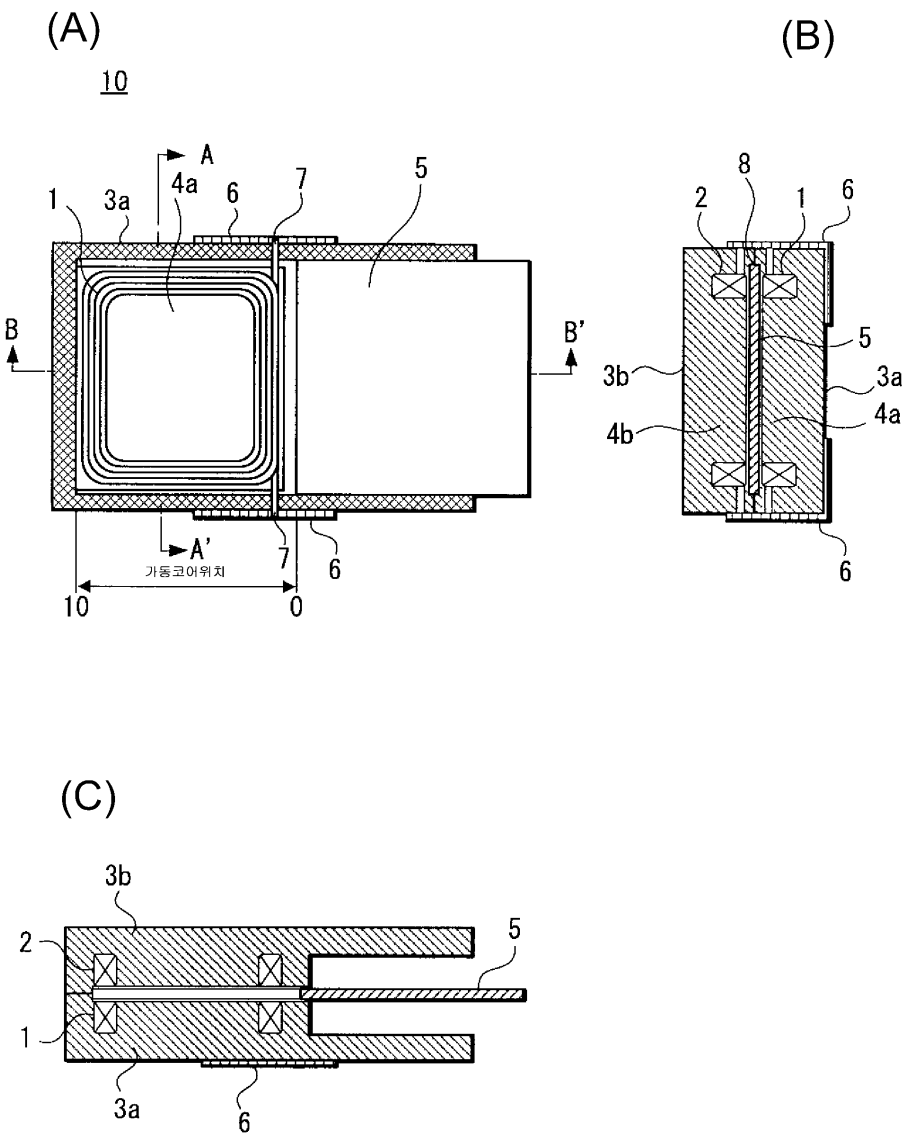
**부호의 설명**

[0086]

- 1 : 제1코일
- 2 : 제2코일
- 3a : 자성코어
- 3b : 자성코어
- 4a : 자성코어 중심부
- 4b : 자성코어 중심부
- 5 : 가동코어
- 6 : 외부전극
- 7 : 코일단부 인출부
- 8 : 가이드홈
- 9 : 자속
- 10 : 가변 인덕터
- 11 : 입력부
- 12 : 출력부
- 15 : 자성코어
- 20 : 가변 인덕터
- 21 : 접속전극
- 30 : 가변 인덕터
- 32 : 나사홈
- 33 : 나사 가이드
- 34 : 나사 스톱퍼

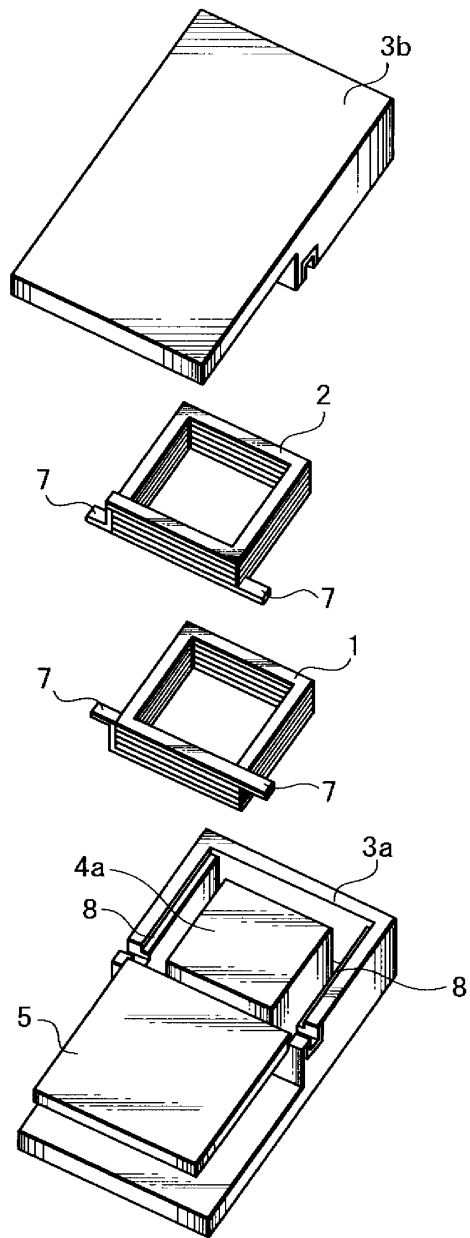
도면

도면1

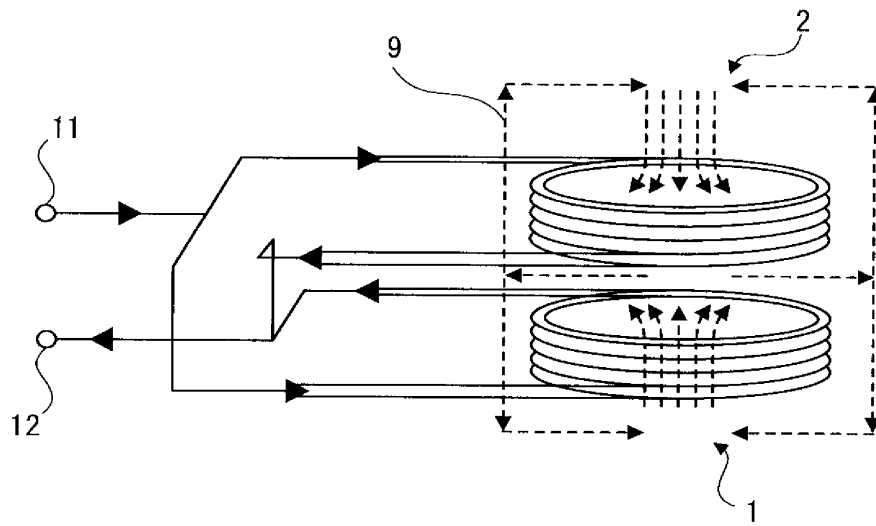


도면2

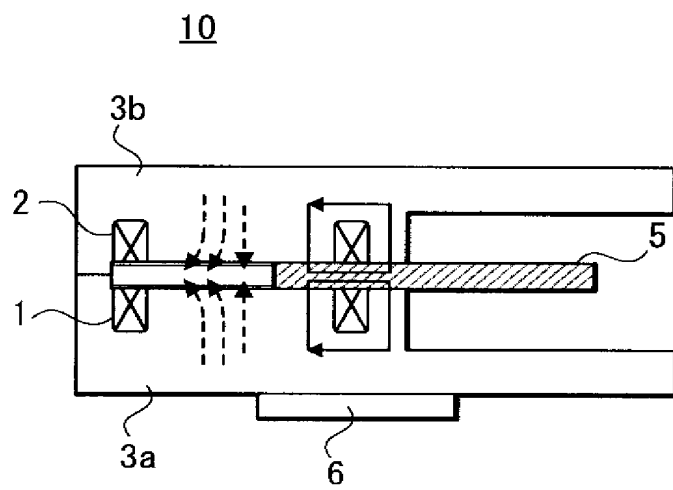
10



도면3

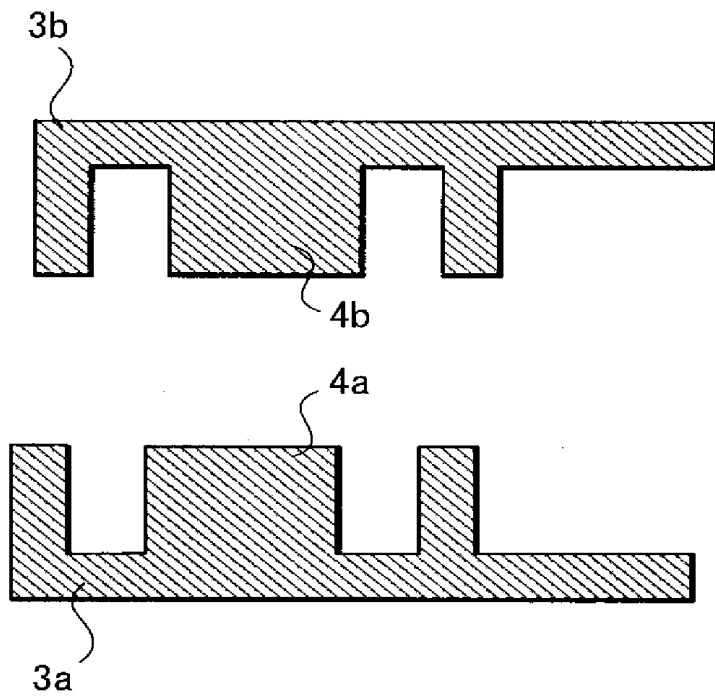


도면4

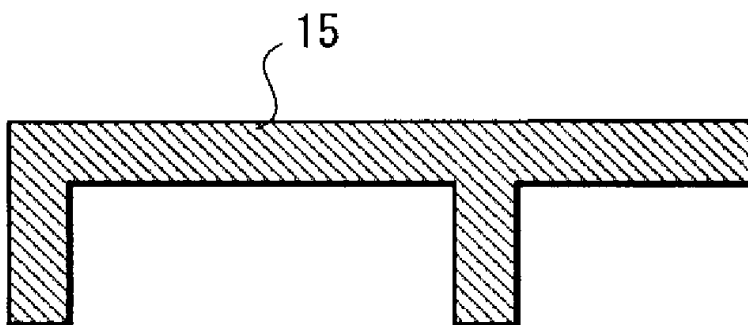




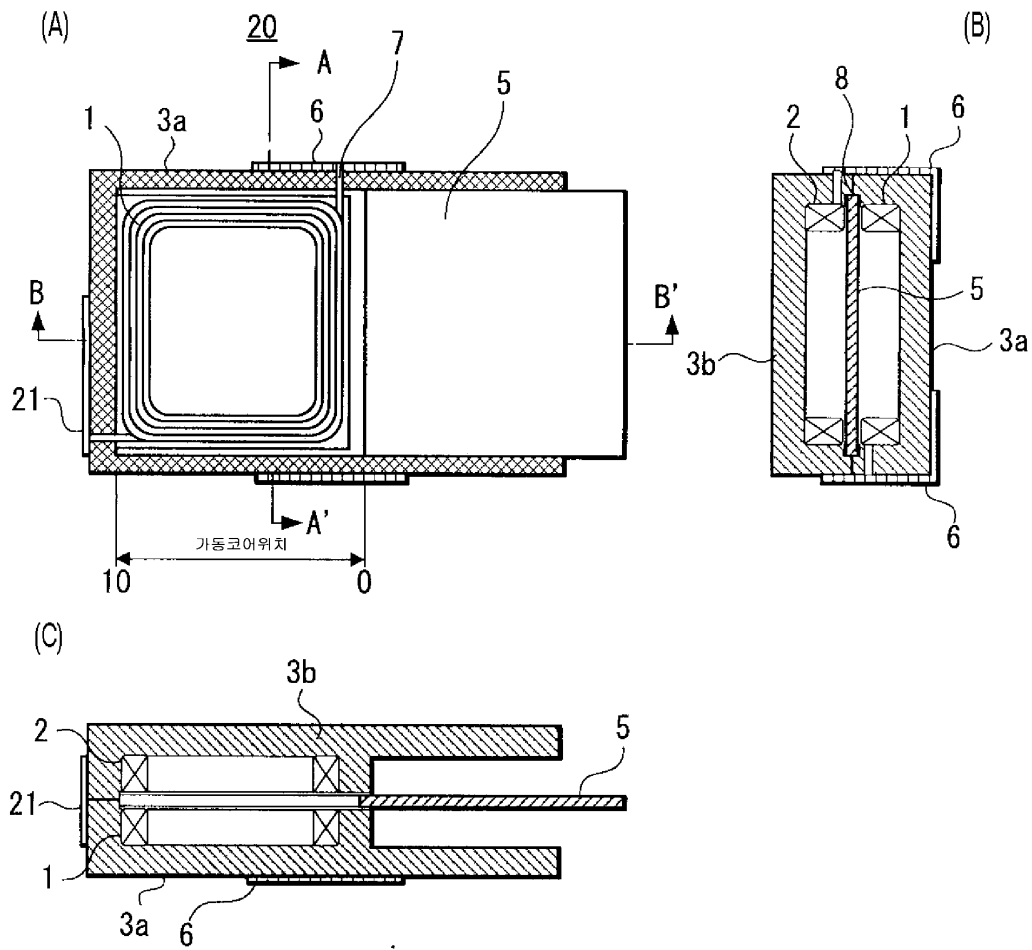
도면5



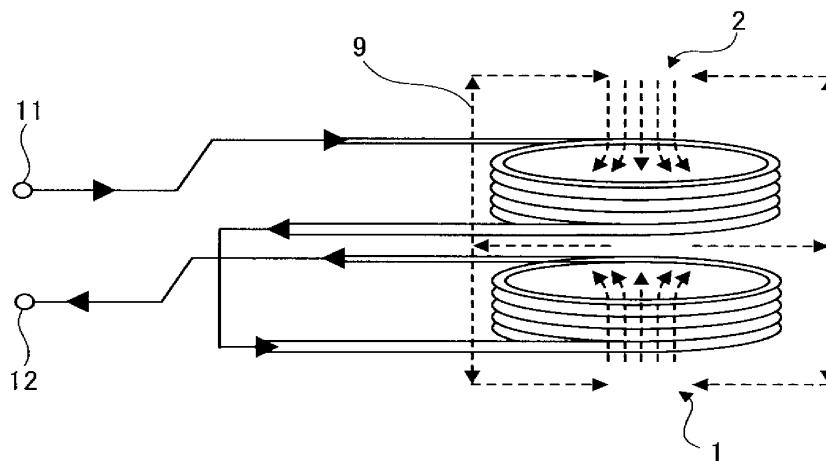
도면6



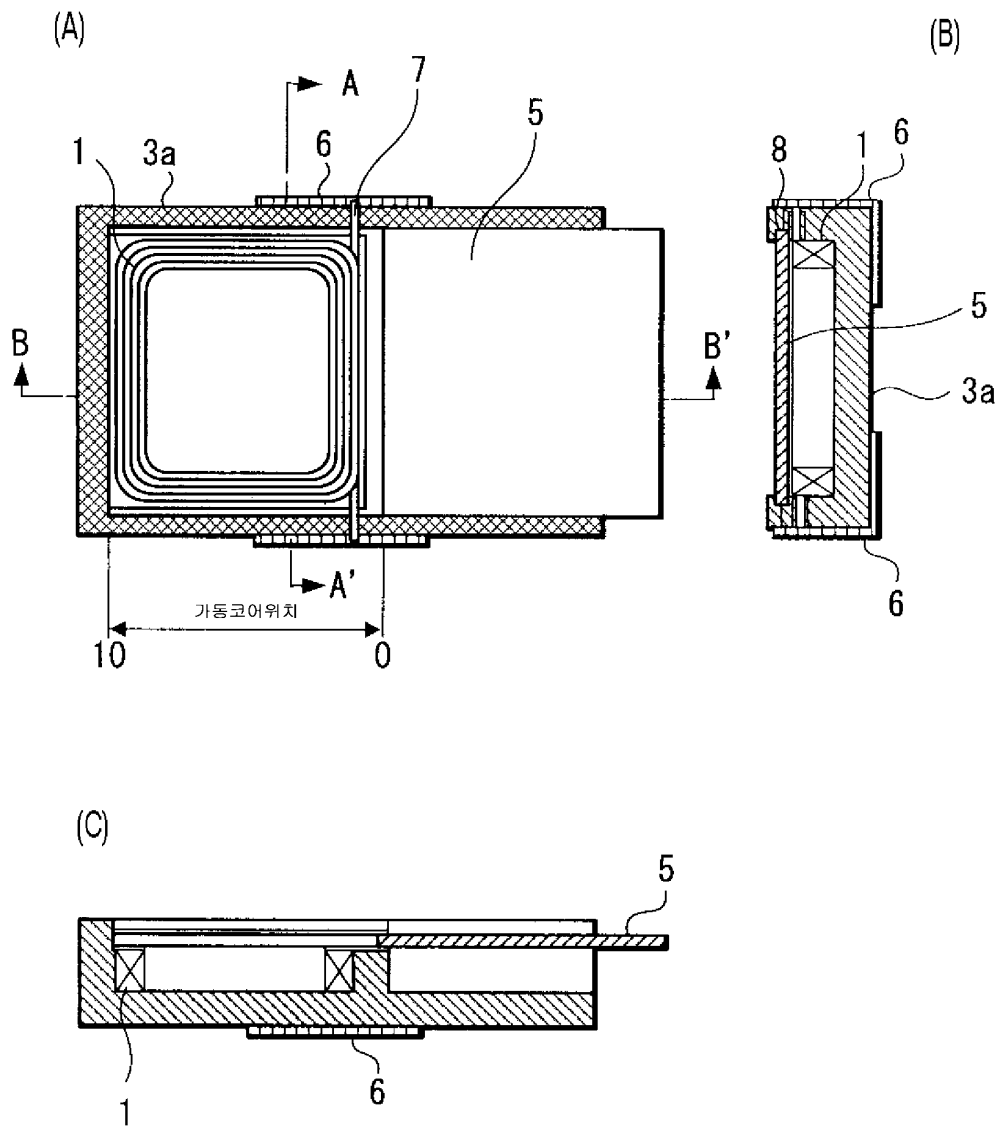
도면7



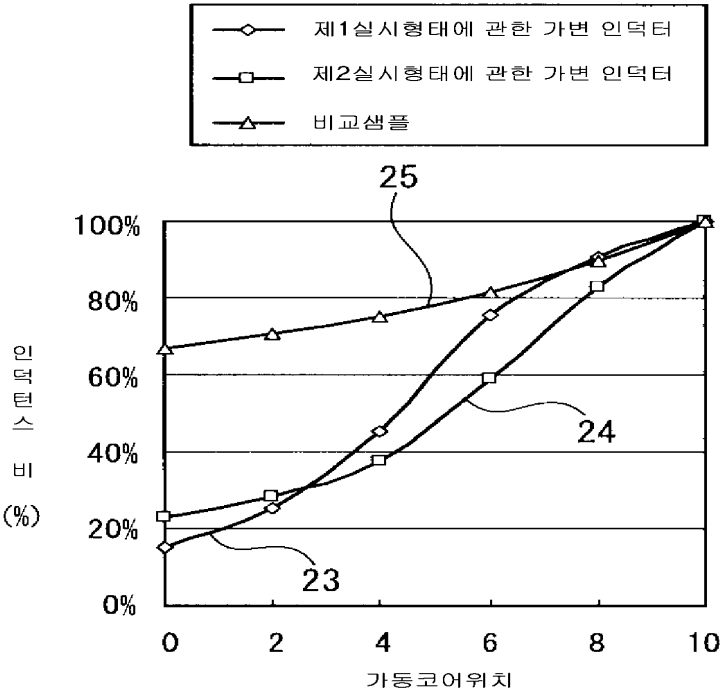
도면8



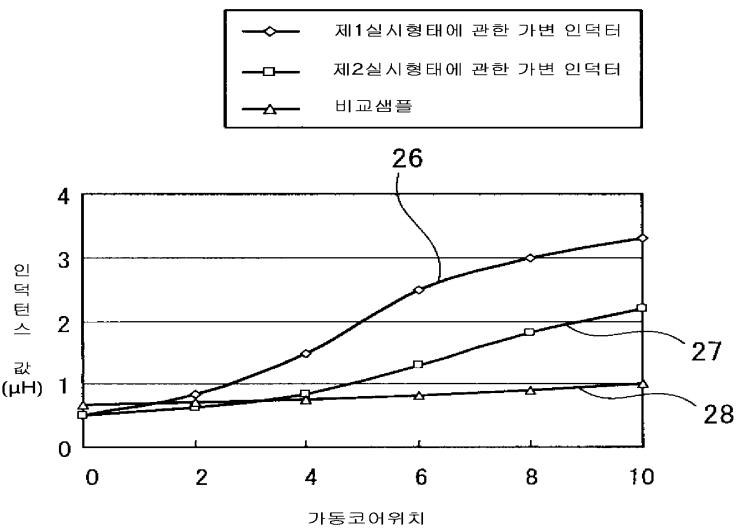
도면9



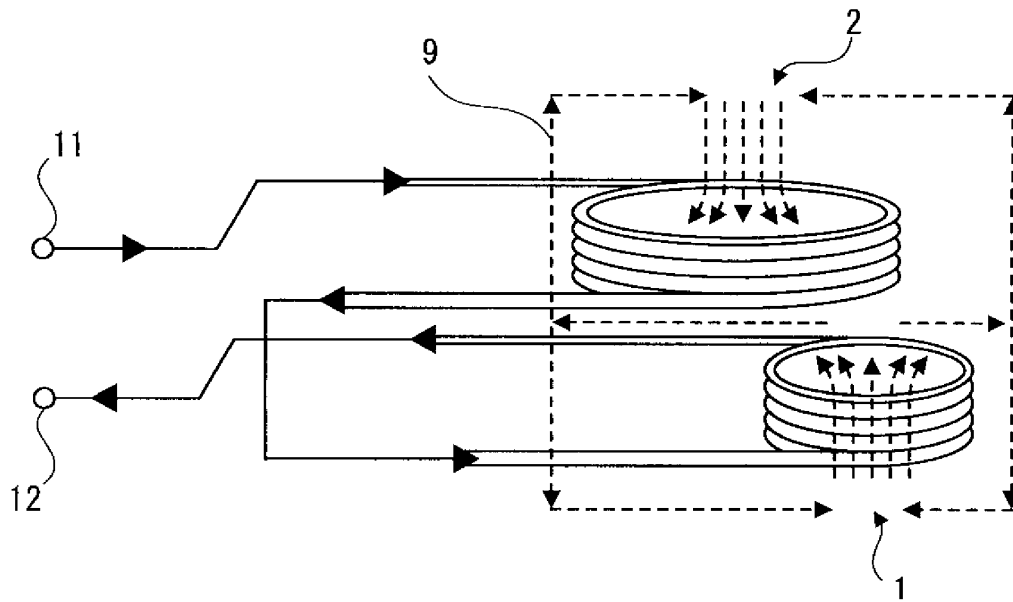
도면10



도면11



도면12



도면13

