



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0094508
(43) 공개일자 2014년07월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01G 4/232 (2006.01) H01G 4/12 (2006.01)
H01G 4/30 (2006.01) H01G 7/06 (2006.01)
H03H 5/02 (2006.01) H03H 5/12 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7009388
(22) 출원일자(국제) 2012년10월02일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2014년04월09일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2012/075488
(87) 국제공개번호 WO 2013/061730
국제공개일자 2013년05월02일
(30) 우선권주장
JP-P-2011-232896 2011년10월24일 일본(JP)

(71) 출원인
소니 주식회사
일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1
(72) 발명자
사토 노리타카
일본 1080075 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1 소니
주식회사 내
간노 마사요시
일본 1080075 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1 소니
주식회사 내
(74) 대리인
장수길, 이중희

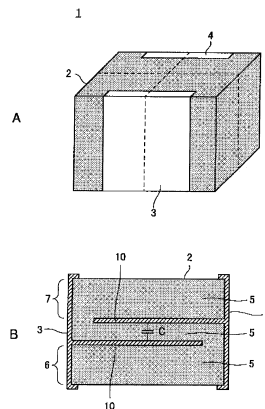
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 정전 용량 소자 및 공진 회로

(57) 요약

본 발명의 용량 소자(가변 용량 소자(1))는 유전체층과, 유전체층을 사이에 끼우고 형성되는 적어도 한 쌍의 내부 전극(10)을 구비하는 용량 소자 본체(2)와, 용량 소자 본체(2)의 측면에 형성되며, 내부 전극(10)에 전기적으로 접속되는 외부 단자(3, 4)를 구비한다. 그리고, 유전체층(5) 및 내부 전극의 선폭장 계수의 차이에 기인하여 발생하는 응력이, 유전체층(5)과 유전체층(5)을 사이에 끼운 한 쌍의 내부 전극(10)으로 구성되는 콘덴서 C의 중심에 집중하도록 구성되어 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

유전체층과,

상기 유전체층을 사이에 끼우고 형성되는 적어도 한 쌍의 내부 전극을 구비하는 용량 소자 본체와,

상기 용량 소자 본체의 측면에 형성되며, 상기 내부 전극에 전기적으로 접속되는 외부 단자를 구비하고,

상기 유전체층 및 상기 내부 전극의 선폭장 계수의 차이에 기인하여 발생하는 응력이, 상기 유전체층과 상기 유전체층을 사이에 끼운 한 쌍의 내부 전극으로 구성되는 콘텐서의 중심에 집중하도록 구성된, 정전 용량 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 내부 전극은, 콘텐서를 구성하는 전극 본체와, 상기 전극 본체에 접속됨과 함께 상기 외부 단자에 접속되는 접속 전극으로 구성되며,

상기 콘텐서를 구성하는 적어도 한쪽의 내부 전극의 전극 본체의 평면 형상이 원 형상으로 되어 있는, 정전 용량 소자.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 접속 전극의 상기 외부 단자에 접속되는 단부의 폭은 상기 전극 본체의 직경의 1/4 이하로 되어 있는, 정전 용량 소자.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 용량 소자 본체의 상기 내부 전극이 형성되는 면에 평행한 면의 형상이 원 형상으로 되어 있는, 정전 용량 소자.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 용량 소자 본체의 외형이 원기둥 형상으로 되어 있는, 정전 용량 소자.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 내부 전극은, 콘텐서를 구성하는 전극 본체와, 상기 전극 본체에 접속됨과 함께 외부 단자에 접속되는 접속 전극으로 구성되며,

상기 콘텐서를 구성하는 적어도 한쪽의 내부 전극의 전극 본체의 평면 형상이 타원 형상으로 되어 있는, 정전 용량 소자.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 내부 전극은, 콘텐서를 구성하는 전극 본체와, 상기 전극 본체에 접속됨과 함께 외부 단자에 접속되는 접속 전극으로 구성되며,

상기 콘텐서를 구성하는 적어도 한쪽의 내부 전극의 전극 본체의 평면 형상이 오각형 이상의 정다각 형상으로 되어 있는, 정전 용량 소자.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 내부 전극은, 콘덴서를 구성하는 전극 본체와, 상기 전극 본체에 접속됨과 함께 외부 단자에 접속되는 접속 전극과, 상기 전극 본체 및 상기 외부 단자에 접속되지 않은 플로팅 전극으로 구성되어 있는, 정전 용량 소자.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 내부 전극은, 콘덴서를 구성하는 전극 본체와, 상기 전극 본체에 접속됨과 함께 상기 외부 단자에 접속되는 복수의 접속 전극을 구비하는, 정전 용량 소자.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 전극 본체는 원 형상으로 형성되고, 상기 복수의 접속 전극은 상기 전극 본체의 원주 방향으로 등간격으로 형성되어 있는, 정전 용량 소자.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 용량 소자 본체의 외형이 원기둥 형상으로 되어 있는, 정전 용량 소자.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 용량 소자 본체의 외형이 단면 정사각 형상의 기둥 형상으로 되어 있는, 정전 용량 소자.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 용량 소자 본체의 외형이 단면 타원 형상의 기둥 형상으로 되어 있는, 정전 용량 소자.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 용량 소자 본체의 외형이 단면 다각 형상의 기둥 형상으로 되어 있는, 정전 용량 소자.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 용량 소자 본체의 외형이 단면 정다각 형상의 기둥 형상으로 되어 있는, 정전 용량 소자.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 용량 소자 본체의 상기 내부 전극이 형성되는 평면 형상과, 상기 내부 전극의 전극 본체의 형상이 동일 형상으로 되어 있는, 정전 용량 소자.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 용량 소자 본체의 상기 내부 전극이 형성되는 평면 형상과, 상기 내부 전극의 전극 본체의 형상이 원 형상

으로 되어 있는, 정전 용량 소자.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 내부 전극은 유전체층을 개재하여 복수층 적층되고, 상기 복수의 내부 전극으로 형성되는 복수의 콘텐츠서가 상기 내부 전극의 적층 방향으로 직렬 접속된, 정전 용량 소자.

청구항 19

제18항에 있어서,

적층되는 각 내부 전극은, 콘텐츠를 구성하는 전극 본체와, 상기 전극 본체에 접속됨과 함께 상기 외부 단자에 접속되는 복수의 접속 전극을 구비하고,

각 내부 전극의 전극 본체는 동일 형상으로 되고, 각 내부 전극의 전극 본체의 무게 중심이 적층 방향의 직선상에 배치되도록 구성되어 있는, 정전 용량 소자.

청구항 20

유전체층과,

상기 유전체층을 사이에 끼우고 형성되는 적어도 한 쌍의 내부 전극을 구비하는 용량 소자 본체와,

상기 용량 소자 본체의 측면에 형성되며, 상기 내부 전극에 전기적으로 접속되는 외부 단자를 구비하고,

상기 유전체층 및 상기 내부 전극의 선폭장 계수의 차이에 기인하여 발생하는 응력이, 상기 유전체층과 상기 유전체층을 사이에 끼운 한 쌍의 내부 전극으로 구성되는 콘텐츠의 중심에 집중하도록 구성된 정전 용량 소자를 포함하는 공진 콘텐츠와,

상기 공진 콘텐츠에 접속된 공진 코일

을 구비하는, 공진 회로.

명 세 서

기술 분야

[0001] 본 발명은 정전 용량 소자, 및 그 정전 용량 소자를 구비하는 공진 회로에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 들어, 전자 기기의 소형화, 고신뢰성화에 수반하여, 그 전자 기기에 이용되는 전자 부품으로서 소형화된 용량 소자의 개발이 요구되고 있다. 그리고, 용량 소자의 소형화 및 고용량화를 가능하게 하기 위해서, 유전체층과 내부 전극이 교대로 적층된 정전 용량 소자가 제안되어 있다.

[0003] 한편, 본원 발명자 등은, 복수의 내부 전극을 적층하여 형성한 용량 소자에 있어서, 응력 제어부로서 정전 용량을 형성하는 용량 소자 본체에는 무관계한 내부 전극을 설치하고, 소성 시에 발생하는 잔류 응력에 의해 전기적 특성을 향상시키는 기술을 제안하고 있다(특허문헌 1). 특허문헌 1에 기재된 기술에서는, 용량 소자 본체의 상하에 내부 전극을 적층시켜서 형성한 응력 제어부를 설치함으로써, 용량 소자의 소성 시에 있어서의 유전체층의 수축에 기인한 내부 응력을 용량 소자 본체의 유전체층에 발생시킬 수 있다. 이 결과, 용량 소자 본체의 유전체층의 비유전율을 높일 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) W02011/013658호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 이와 같이, 내부 전극을 적층하여 형성된 용량 소자에서는, 소성 시에 있어서 발생하는 잔류 응력을 이용함으로써 유전율을 향상시켜서, 정전 용량을 증대시킬 수 있다. 이로 인해, 이 잔류 응력을 더 증대시킬 수 있으면, 정전 용량 소자의 소형화를 더한층 도모할 수 있다.
- [0006] 전술한 점에 감안하여, 본 발명은, 정전 용량 소자에 있어서, 전기적 특성을 향상시키는 것을 목적으로 한다. 또한, 그 정전 용량 소자를 이용함으로써, 신뢰성이 우수한 공진 회로를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명의 정전 용량 소자는, 유전체층과, 유전체층을 사이에 끼우고 형성되는 적어도 한 쌍의 내부 전극을 구비하는 용량 소자 본체와, 상기 용량 소자 본체의 측면에 형성되며, 내부 전극에 전기적으로 접속되는 외부 단자를 구비한다. 그리고, 유전체층 및 내부 전극의 선팅창 계수의 차이에 기인하여 발생하는 응력이, 유전체층과 유전체층을 사이에 끼운 한 쌍의 내부 전극으로 구성되는 콘텐서의 중심에 집중하도록 구성되어 있다.
- [0008] 본 발명의 정전 용량 소자에서는, 콘텐서의 중심에 응력(잔류)이 집중하여 발생하기 때문에, 단위 체적당 정전 용량이 증가한다.
- [0009] 본 발명의 공진 회로는, 상기 정전 용량 소자를 포함하는 공진 콘텐서와, 공진 콘텐서에 접속된 공진 코일을 구비한다.

발명의 효과

- [0010] 본 발명에 의하면, 정전 용량 소자 내의 잔류 응력이 증대하고, 이에 의해, 전기적 특성의 향상이 도모된다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1의 A는, 본 발명의 제1 실시 형태에 따른 가변 용량 소자의 사시도이며, 도 1의 B는, 그 가변 용량 소자의 단면 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 제1 실시 형태에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성도이다.
- 도 3은 본 발명의 제1 실시 형태에 따른 가변 용량 소자에 형성되는 2개의 내부 전극을 상면에서 투과하여 본 평면도이다.
- 도 4는 비교예 1에 따른 가변 용량 소자의 내부 전극의 평면 구성도이다.
- 도 5는 비교예 2에 따른 가변 용량 소자의 내부 전극의 평면 구성도이다.
- 도 6은 변형예 1-1에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성도이다.
- 도 7은 변형예 1-2에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성도이다.
- 도 8은 변형예 1-3에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성도이다.
- 도 9는 변형예 1-4에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성도이다.
- 도 10은 본 발명의 제2 실시 형태에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성도이다.
- 도 11은 변형예 2-1에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성도이다.
- 도 12는 변형예 2-2에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성도이다.
- 도 13은 본 발명의 제3 실시 형태에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성도이다.
- 도 14는 변형예 3-1에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성도이다.
- 도 15는 변형예 3-2에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성도이다.
- 도 16은 변형예 3-3에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성도이다.

도 17은 본 발명의 제4 실시 형태에 따른 가변 용량 소자의 외관 사시도이다.

도 18은 변형예 4-1에 따른 가변 용량 소자의 외관 사시도이다.

도 19는 변형예 4-2에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성도이다.

도 20은 변형예 4-3에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성도이다.

도 21은 변형예 4-4에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성도이다.

도 22는 변형예 4-5에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성도이다.

도 23은 변형예 4-6에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성도이다.

도 24는 변형예 4-7에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성도이다.

도 25는 변형예 4-8에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성도이다.

도 26은 본 발명의 제5 실시 형태에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성도이다.

도 27은 변형예 5-1에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성도이다.

도 28은 변형예 5-1에 따른 가변 용량 소자의 2개의 내부 전극을 상면에서 투과하여 본 평면도이다.

도 29는 변형예 5-2에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성도이다.

도 30은 변형예 5-3에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성도이다.

도 31은 본 발명의 제6 실시 형태에 따른 가변 용량 소자의 외관 사시도이다.

도 32는 본 발명의 제6 실시 형태에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성도이다.

도 33은 본 발명의 제6 실시 형태에 따른 가변 용량 소자 본체를 상면에서 투과하여 보았을 때의 도면이다.

도 34는 변형예 6-1에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성도이다.

도 35는 변형예 6-2에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성도이다.

도 36의 A는, 본 발명의 제7 실시 형태에 따른 가변 용량 소자의 개략 사시도이며, 도 36의 B는, 그 가변 용량 소자의 단면 구성도이다.

도 37은 제7 실시 형태에 따른 가변 용량 소자 본체를 긴 변 방향의 한쪽 측면에서 보았을 때의 분해도이다.

도 38의 A는, 제1 내부 전극(88)을 상면에서 보았을 때의 평면 구성도이며, 도 38의 B는, 제1 내부 전극(88)을 한쪽 측면에서 보았을 때의 구성도이다.

도 39의 A는, 제2 내부 전극(89)을 상면에서 보았을 때의 평면 구성도이며, 도 39의 B는, 제2 내부 전극(89)을 한쪽 측면에서 보았을 때의 구성도이다.

도 40의 A는, 제4 내부 전극(91)을 상면에서 보았을 때의 평면 구성도이며, 도 40의 B는, 제4 내부 전극(91)을 한쪽 측면에서 보았을 때의 구성도이다.

도 41은 제7 실시 형태에 따른 가변 용량 소자를 내장한 전압 제어 회로의 회로 구성도이다.

도 42는 변형예 7-1에 따른 가변 용량 소자의 가변 용량 소자 본체를 긴 변 방향의 한쪽 측면에서 보았을 때의 분해도이다.

도 43은 변형예 7-2에 따른 가변 용량 소자의 가변 용량 소자 본체를 긴 변 방향의 한쪽 측면에서 보았을 때의 분해도이다.

도 44의 A는, 본 발명의 제8 실시 형태에 따른 가변 용량 소자의 개략 사시도이며, 도 44의 B는, 그 가변 용량 소자의 단면 구성도이다.

도 45는 본 발명의 제8 실시 형태에 따른 가변 용량 소자 본체를 긴 변 방향의 한쪽 측면에서 보았을 때의 분해도이다.

도 46의 A는, 제1 내부 전극(123)을 상면에서 보았을 때의 평면 구성도이며, 도 46의 B는, 제1 내부 전극(123)을 한쪽 측면에서 보았을 때의 구성도이다.

도 47의 A는, 제2 내부 전극(124)을 상면에서 보았을 때의 평면 구성도이며, 도 47의 B는 제2 내부 전극(124)을 한쪽 측면에서 보았을 때의 구성도이다.

도 48의 A는, 제4 내부 전극(126)을 상면에서 보았을 때의 평면 구성도이며, 도 48의 B는, 제4 내부 전극(126)을 한쪽 측면에서 보았을 때의 구성도이다.

도 49는 본 발명의 제8 실시 형태에 따른 가변 용량 소자의 제1 내부 전극 내지 제6 내부 전극을 상면에서 투과하여 본 경우의 구성도이다.

도 50은 제8 실시 형태에 따른 가변 용량 소자를 내장한 전압 제어 회로의 회로 구성도이다.

도 51은 변형예 8-1에 따른 가변 용량 소자의 가변 용량 소자 본체를 긴 변 방향의 한쪽 측면에서 보았을 때의 분해도이다.

도 52의 A는, 본 발명의 제9 실시 형태에 따른 가변 용량 소자의 개략 사시도이며, 도 52의 B는, 그 가변 용량 소자의 단면 구성도이다.

도 53은, 본 발명의 제9 실시 형태에 따른 가변 용량 소자 본체를 긴 변 방향의 한쪽 측면에서 보았을 때의 분해도이다.

도 54의 A는, 제1 내부 전극(144)을 상면에서 보았을 때의 평면 구성도이며, 도 54의 B는, 제1 내부 전극(144)을 한쪽 측면에서 보았을 때의 구성도이다.

도 55는 본 발명의 제9 실시 형태에 따른 가변 용량 소자의 제1 내부 전극 내지 제6 내부 전극을 상면에서 투과하여 본 경우의 구성도이다.

도 56은 제9 실시 형태에 따른 가변 용량 소자를 내장한 전압 제어 회로의 회로 구성도이다.

도 57은 변형예 9-1에 따른 가변 용량 소자의 가변 용량 소자 본체를 긴 변 방향의 한쪽 측면에서 보았을 때의 분해도이다.

도 58은 본 발명의 제10 실시 형태에 따른 공진 회로를 이용한 비접촉 IC 카드의 수신계 회로부의 블록 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 이하에, 본 발명의 실시 형태에 따른 정전 용량 소자 및 그것을 구비하는 공진 회로의 일례를, 도면을 참조하면서 설명한다. 본 발명의 실시 형태는 이하의 순서로 설명한다. 또한, 이하에 설명하는 실시 형태에서는, 인가 전압에 의해 용량값이 변화하는 가변 용량 소자를 예로서 설명한다. 또한, 본 발명은 이하의 예에 한정되는 것은 아니다.
- [0013] 1. 제1 실시 형태: 용량을 구성하는 전극 본체의 대칭성을 높인 가변 용량 소자
- [0014] 2. 제2 실시 형태: 내부 전극의 대칭성을 의사적으로 높인 가변 용량 소자
- [0015] 3. 제3 실시 형태: 플로팅 전극을 설치하여 대칭성을 높인 가변 용량 소자
- [0016] 4. 제4 실시 형태: 가변 용량 소자 본체의 외형 대칭성을 높인 가변 용량 소자
- [0017] 5. 제5 실시 형태: 가변 용량 소자 본체의 외형과 용량을 구성하는 전극 본체를 동일 형상으로 한 가변 용량 소자
- [0018] 6. 제6 실시 형태: 1개의 내부 전극에 있어서 접속 전극을 복수 형성한 가변 용량 소자
- [0019] 7. 제7 실시 형태: 내부 전극의 적층 방향으로 직렬 접속된 복수의 콘덴서를 구성한 가변 용량 소자(그 1)
- [0020] 8. 제8 실시 형태: 내부 전극의 적층 방향으로 직렬 접속된 복수의 콘덴서를 구성한 가변 용량 소자(그 2)
- [0021] 9. 제9 실시 형태: 내부 전극의 적층 방향으로 직렬 접속된 복수의 콘덴서를 구성한 가변 용량 소자(그 3)
- [0022] 10. 제10 실시 형태: 가변 용량 소자를 내장한 공진 회로

- [0023] <1. 제1 실시 형태>
- [0024] [가변 용량 소자의 구성]
- [0025] 우선, 본 발명의 제1 실시 형태에 따른 가변 용량 소자에 대하여 설명한다. 도 1의 A는, 본 실시 형태에 따른 가변 용량 소자의 사시도이며, 도 1의 B는, 본 실시 형태에 따른 가변 용량 소자의 단면 구성도이다. 또한, 도 2는, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성도이다. 도 1의 A 및 도 2에서는, 내부 전극 및 유전체층의 무게 중심을 통과하는 선을 파선으로 나타낸다. 또한, 이하의 도면에 있어서도 마찬가지로 한다.
- [0026] 도 1의 A에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자(1)는 직육면체 부재로 구성된 가변 용량 소자 본체(2)와, 2개의 외부 단자(3, 4)로 구성되어 있다.
- [0027] 가변 용량 소자 본체(2)는 도 1의 B에 도시한 바와 같이, 유전체층(5)을 개재하여 적층된 2개의 내부 전극(10)으로 구성되어 있으며, 2개의 내부 전극(10)의 하층에는 하부 유전체층(6)이 적층되고, 상층에는 상부 유전체층(7)이 적층되어 있다. 즉, 본 실시 형태에에서는, 하부 유전체층(6) 및 상부 유전체층(7)에 의해, 내부 전극(10)의 표면이 노출되지 않는 구성으로 되어 있다. 이 가변 용량 소자 본체(2)는 한쪽 면에 내부 전극(10)을 구성하는 도전층이 형성된 시트 형상의 유전체층(5)이 적층된 구조로 되어 있으며, 시트 형상으로 형성된 각 유전체층(5)은 내부 전극(10)이 형성되는 평면의 형상이 직사각형으로 되어 있다.
- [0028] 본 실시 형태에에서는, 인가 전압에 따라서 용량이 변화하는 가변 용량 소자(1)를 구성하기 위해서, 유전체층(5)은 강유전체 재료로 구성되어 있다. 그와 같은 강유전체 재료로서는, 구체적으로는, 이온 분극을 발생하는 유전체 재료를 사용할 수 있다. 이온 분극을 발생하는 강유전체 재료는, 이온 결정 재료를 포함하고, 플러스 이온과 마이너스 이온의 원자가 변위함으로써 전기적으로 분극하는 강유전체 재료이다. 이 이온 분극을 발생하는 강유전체 재료는, 일반적으로, 소정의 2개의 원소를 A 및 B라 하면, 화학식 ABO_3 (O는 산소 원소)으로 표현되고, 페로브스카이트 구조를 갖는다. 이와 같은 강유전체 재료로서는, 예를 들어 티타늄산바륨($BaTiO_3$), 니오브산칼륨($KNbO_3$), 티타늄산납($PbTiO_3$) 등을 들 수 있다. 또한, 유전체층(5)의 형성 재료로서, 티타늄산납($PbTiO_3$)에 지르콘산납($PbZrO_3$)을 혼합한 PZT(티타늄산 지르콘산납)을 사용하여도 된다.
- [0029] 또한, 강유전체 재료로서, 전자 분극을 발생하는 강유전체 재료를 사용하여도 된다. 이 강유전체 재료에서는, 플러스 전하에 치우친 부분과, 마이너스 전하에 치우친 부분으로 나뉘어 전기쌍극자 모멘트가 발생하고, 분극이 발생한다. 그와 같은 재료로서, 종래, Fe^{2+} 의 전하면과, Fe^{3+} 의 전하면의 형성에 의해, 분극을 형성하여 강유전체적 특성을 나타내는 희토류 철산화물이 보고되어 있다. 이 시스템에 있어서는, 희토류 원소를 RE라 하고, 철족 원소를 TM이라 하였을 때, 분자식 $(RE) \cdot (TM)_2 \cdot O_4$ (O: 산소 원소)로 표현되는 재료가 고유전율을 갖는 것이 보고되어 있다. 또한, 희토류 원소로서는, 예를 들어 Y, Er, Yb, Lu(특히 Y와 중 희토류 원소)을 들 수 있으며, 철족 원소로서는, 예를 들어 Fe, Co, Ni(특히 Fe)을 들 수 있다. 또한, $(RE) \cdot (TM)_2 \cdot O_4$ 로서는, 예를 들어 $ErFe_2O_4$, $LuFe_2O_4$, YFe_2O_4 를 들 수 있다.
- [0030] 내부 전극(10)은 도 2에 도시한 바와 같이, 원 형상의 전극 본체(8)와, 그 전극 본체(8)에 접속되고, 단부가 가변 용량 소자 본체(2)의 측면에 노출되도록 형성된 접속 전극(9)으로 구성되어 있다. 또한, 내부 전극(10)의 전극 본체(8)의 무게 중심은, 시트 형상으로 형성된 유전체층(5)의 중심에 위치하도록 형성되어 있다. 내부 전극(10)은, 예를 들어 금속 미분말(Pd, Pd/Ag, Ni 등)을 포함하는 도전 페이스트를 사용하여 형성할 수 있다. 또한, 본 실시 형태에에서는, 2개의 내부 전극(10)은 동일한 재료로 형성한다. 단, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 예를 들어 용도 등에 따라서, 서로 다른 재료로 형성된 내부 전극(10)을 적층하는 구성으로 하여도 된다.
- [0031] 이들 2개의 내부 전극(10)은 유전체층(5)을 개재하여 적층되고, 전극 본체(8)의 각 변 및 무게 중심이 적층 방향으로 겹치도록 적층되어 있다. 또한, 각 내부 전극(10)을 구성하는 각각의 접속 전극(9)은 서로 대향하는 위치가 되도록 배치된다. 즉, 한쪽의 내부 전극(10)은 다른 쪽의 내부 전극(10)을 전극면에 수직인 축을 중심으로 180° 회전시킨 구성으로 되어 있으며, 가변 용량 소자 본체(2)에서는, 대향하는 측면에 접속 전극(9)이 노출되어 있다.
- [0032] 외부 단자(3, 4)는, 가변 용량 소자 본체(2)의 측면에 형성되고, 노출된 각각의 접속 전극(9)에 전기적으로 접속되도록 형성되어 있다. 즉, 본 실시 형태에에서는, 2개의 외부 단자(3, 4)는 가변 용량 소자 본체(2)의 대향

하는 2변에 형성되어 있다. 또한, 2개의 외부 단자(3, 4)는, 각각 내부 전극(10)의 적층 방향에 있어서 가변 용량 소자 본체(2)의 측면을 피복함과 함께, 가변 용량 소자 본체(2)의 상면 및 하면에 돌출되도록 형성되어 있다.

[0033] 이상의 구성에 의해, 본 실시 형태예에서는, 대향하는 2개의 전극 본체(8) 사이에 콘덴서 C가 형성된다. 그리고, 2개의 외부 단자(3, 4) 사이에 원하는 전압을 인가함으로써, 전극 본체(8) 사이의 유전체층(5)의 비유전율이 가변된다.

[0034] [제조 방법]

[0035] 이상의 구성을 갖는 가변 용량 소자(1)의 제조 방법의 일례를 설명한다. 우선, 원하는 유전체 재료를 포함하는 유전체 시트를 준비한다. 유전체 시트는, 가변 용량 소자 본체(2)에 있어서 각 유전체층(5)을 구성하는 것이며, 예를 들어 두께 약 $2.5\mu\text{m}$ 로 되어 있다. 이들 유전체 시트는, 페이스트 상태로 한 유전체 재료를 PET(폴리에틸렌테레프탈레이트) 필름 위에 원하는 두께로 도포하여 형성할 수 있다. 또한, 도 2에 도시한 내부 전극(10)의 형성 영역에 대응하는 영역이 개구된 마스크를 준비한다.

[0036] 다음으로, 예를 들어 Pt, Pd, Pd/Ag, Ni, Ni 합금 등의 금속 미분말을 페이스트화한 도전 페이스트를 조정한다. 그리고, 그 도전 페이스트를, 전 단계에서 준비한 각각의 마스크를 개재하여 유전체 시트의 한쪽 표면에 도포(실크 인쇄)한다. 이에 의해, 한쪽 표면에 내부 전극(10)이 형성된 유전체 시트를 작성한다. 이때, 각 전극의 전극 본체(8)의 중심(무게 중심)이 유전체 시트의 중심에 일치하도록 형성한다.

[0037] 그리고, 내부 전극(10)이 형성된 각각의 유전체 시트를, 각 전극이 인쇄된 면의 방향을 정렬하여, 원하는 순서대로 적층한다. 이때, 2개의 내부 전극(10)의 전극 본체의 각 변 및 중심이 적층 방향으로 겹치도록 적층한다. 또한, 이 적층체의 상하에, 전극이 인쇄되어 있지 않은 유전체 시트를 적층시켜 압착한다.

[0038] 그리고, 압착한 부재를 환원성의 분위기 중에서 고온 소성하여, 유전체 시트와 도전 페이스트로 형성된 각 전극을 일체화한다. 이에 의해, 가변 용량 소자 본체(2)가 제작된다. 그 후, 가변 용량 소자 본체(2)의 측면의 소정 위치에, 2개의 외부 단자(3, 4)를 부착한다. 본 실시 형태예에서는, 이와 같이 하여 가변 용량 소자(1)를 제작한다.

[0039] 그런데, 본 실시 형태예의 가변 용량 소자(1)에서는, 유전체 재료와 전극 재료의 소결 시의 수축률의 차이에 의해 잔류 응력(압축 응력)이 발생한다. 이 잔류 응력은, 각 층에 있어서 전극 재료 및 유전체 재료가 수축하는 방향으로 발생한다. 한편, 본 실시 형태예의 가변 용량 소자(1)에서는, 콘덴서 C를 구성하는 2개의 전극 본체(8)가 동일 형상으로 되고, 각 변 및 중심이 내부 전극(10)의 적층 방향으로 겹치도록 적층되어 있다. 또한, 전극 본체(8)는 그 중심이 유전체층(5)의 중심에 일치하도록 형성되어 있다. 이로 인해, 본 실시 형태예의 가변 용량 소자(1)에서는, 각 내부 전극(10) 및 유전체층(5)이 그들 중심을 향해 수축한다. 이에 의해, 소결 시에 있어서 발생하는 잔류 응력을, 2개의 내부 전극(10)에 의해 형성되는 콘덴서 C의 중심에 집중하여 발생시킬 수 있다.

[0040] 또한, 본 실시 형태예의 가변 용량 소자(1)에서는, 콘덴서 C를 형성하는 전극 본체(8)가 원 형상으로 형성되어 있다. 이에 의해, 소성 시에 발생하는 잔류 응력을 보다 중심을 향해 집중적으로 발생시킬 수 있다. 도 3은, 본 실시 형태예의 가변 용량 소자(1)에 형성되는 2개의 내부 전극(10)을 상면에서 투과하여 본 평면도이다. 또한, 도 3에 있어서, 하층의 내부 전극(10)에 발생하는 잔류 응력의 방향 및 크기를 화살표 a로 나타내고, 상층의 내부 전극(10)에 발생하는 잔류 응력의 방향 및 크기를 화살표 b로 나타낸다.

[0041] 또한, 도 4에, 비교예 1에 따른 가변 용량 소자의 내부 전극(406)의 평면 구성을 나타내고, 도 5에, 비교예 2에 따른 가변 용량 소자의 내부 전극(403)의 평면 구성을 나타낸다. 비교예 1 및 비교예 2에서는, 콘덴서를 형성하는 전극 본체의 형상만을 본 실시 형태예의 가변 용량 소자(1)와 상이하게 한 것이다. 비교예 1에서는, 도 4에 도시한 바와 같이, 전극 본체(404)의 형상을 직사각 형상으로 하고 있으며, 비교예 2에서는, 도 5에 도시한 바와 같이, 전극 본체(401)의 형상을 정사각 형상으로 하고 있다. 또한, 도 4에 있어서, 소성 시에 발생하는 잔류 응력의 발생하는 방향 및 크기를 화살표 c로 나타내고, 도 5에 있어서, 소성 시에 발생하는 잔류 응력의 발생하는 방향 및 크기를 화살표 d로 나타낸다.

[0042] 비교예 1에서는, 도 4에 도시한 바와 같이 내부 전극(406)의 전극 본체(404)의 형상이 직사각 형상으로 되어 있다. 이로 인해, 소성 시에 발생하는 잔류 응력은 화살표 c로 나타낸 바와 같이, 전극 본체(404)의 긴 변 방향으로부터 발생하는 잔류 응력과, 짧은 변 방향으로부터 발생하는 잔류 응력이며, 그 크기가 서로 다르다. 또한, 전극 본체(404)는 전극면 내의 대칭성이 낮은 형상이기 때문에 잔류 응력의 무게 중심을 향하는 성분이

적다. 또한, 접속 전극(9)이 형성되는 측에 발생하는 잔류 응력의 크기를 가미하면, 내부 전극(406) 내에서 발생하는 잔류 응력의 크기나, 발생하는 방향이 제각기 분산된다.

[0043] 또한, 비교예 2에서는, 도 5에 도시한 바와 같이, 내부 전극(403)의 전극 본체(401)의 형상이 정사각형상으로 되어 있다. 이로 인해, 소성 시에 발생하는 잔류 응력은 화살표 d로 나타낸 바와 같이, 접속 전극(9)이 형성되는 측에 발생하는 잔류 응력의 영향을 받아, 내부 전극(403) 내에서 발생하는 잔류 응력이 먼 내에서 치우쳐서, 접속 전극(9) 측에서 커진다. 또한, 전극 본체(404)는 전극면 내에 있어서의 대칭성이 낮은 형상이기 때문에 잔류 응력의 무게 중심을 향하는 성분이 작다.

[0044] 한편, 본 실시 형태예에서는, 내부 전극(10)의 전극 본체(8)의 형상이 원형상으로 되어 있다. 이로 인해, 먼 내의 대칭성이 높은 형상이며, 소성 시에 발생하는 잔류 응력(압축 응력)은 전극 본체(8)의 변으로부터 무게 중심을 향해 발생한다. 또한, 접속 전극(9)이 형성되는 측에 발생하는 잔류 응력의 크기를 가미하면, 접속 전극(9)이 형성되는 측으로부터 중심 방향을 향해 발생하는 잔류 응력이 커진다. 그러나, 전극 본체(8)의 형상이 원형상으로 형성되어 있기 때문에 잔류 응력의 변화가 내부 전극(10) 내에서 완만하며, 접속 전극(9)이 형성된 측에 발생하는 잔류 응력도, 전극 본체(8)의 무게 중심을 향해 발생한다.

[0045] 이 결과, 내부 전극(10)의 용량을 이루는 전극 본체(8)의 중심을 향해 잔류 응력이 집중하기 때문에, 내부 전극(10)의 적층 방향(전계 방향)의 인장 응력을 보다 증가시킬 수 있다. 이에 의해, 콘덴서에 있어서의 단위 체적당 정전 용량의 증가나, 가변용의 증가 등, 전기적 특성을 향상시킬 수 있다.

[0046] 본 실시 형태예에서는, 내부 전극(10)의 전극 본체(8)의 형상을 원형상으로 형성하였지만, 전극 본체(8)의 무게 중심을 통과하고 전극면에 수평인 측에 대한 대칭성이 높은 형상이면 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다. 그런데, 전극 본체(8)의 무게 중심을 통과하면서, 전극면에 수평인 측은 무수하게 존재하지만, 여기에서 말하는 「대칭성이 높다」란, 보다 작은 회전 각도로 원래의 전극 형상에 겹칠(혹은 거의 겹칠) 수 있는 전극 형상임을 의미한다. 본 실시 형태예에서는, 대칭성이 높은 전극 본체(8)의 형상으로서, 정오각형의 경우에는 72° 의 회전으로 원래의 전극 형상과 겹쳐서, 회전 대칭성이 높다고 할 수 있다. 따라서, 임의의 형상이어도 72° 이하의 회전으로 원래가 갖는 형상으로 되는 것이 바람직하다. 선 대칭성이든 회전 대칭성이든 어느 한쪽에 있어서 대칭성이 높은 형상이면 되지만, 양쪽의 대칭성이 높은 형상인 것이 보다 바람직하다.

[0047] 이하에, 본 실시 형태예의 가변 용량 소자의 변형예를 나타낸다.

[0048] [변형예 1-1]

[0049] 도 6에, 변형예 1-1에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 도 6에 있어서, 도 2에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다.

[0050] 변형예 1-1에 따른 가변 용량 소자에서는, 내부 전극(12)의 전극 본체(11)가 타원형상으로 되어 있다. 변형예 1-1에서는, 타원형상의 긴 직경 방향을 유전체층(5)의 장축 방향으로 하고, 짧은 직경 방향을 유전체층(5)의 단축 방향으로 하여 구성하고 있다.

[0051] 변형예 1-1에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 6에 도시한 내부 전극(12)을 전극 본체(11)의 변과 중심이 적층 방향으로 겹치도록 2층 적층하고, 각각의 접속 전극(9)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용량 소자 본체를 구성한다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 장축 방향의 거의 중심에 노출된 각각의 접속 전극(9)에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 변형예 1-3의 가변 용량 소자가 형성된다. 변형예 1-1에서는, 적층된 한 쌍의 전극 본체(11)에 의해 콘덴서가 구성된다.

[0052] 변형예 1-1에서는, 콘덴서를 구성하는 전극 본체(11)가 전극 본체(11)의 무게 중심을 통과하고 전극면에 수평인 측에 대하여 대칭성이 높은 타원형상으로 된다. 이로 인해, 내부 전극(12)의 먼 내에서 발생하는 잔류 응력을 무게 중심에 집중시킬 수 있어, 본 실시 형태예와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.

[0053] [변형예 1-2]

[0054] 도 7에, 변형예 1-2에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 도 7에 있어서, 도 2에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다.

[0055] 변형예 1-2에 따른 가변 용량 소자에서는, 내부 전극(14)의 전극 본체(13)가 타원형상으로 되어 있다. 변형예 2에서는, 타원형상의 긴 직경 방향을 유전체층(5)의 단축 방향으로 하고, 짧은 직경 방향을 유전체층(5)의 장축 방향으로 하여 구성하고 있다.

- [0056] 변형예 1-2에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 7에 도시한 내부 전극(14)을 전극 본체(13)의 변과 중심이 적층 방향으로 겹치도록 2층 적층하고, 각각의 접속 전극(9)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용량 소자 본체를 구성한다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 장축 방향의 거의 중심에 노출된 각각의 접속 전극(9)에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 변형예 1-2의 가변 용량 소자가 형성된다. 변형예 1-2에서는, 적층된 한 쌍의 전극 본체(13)에 의해 콘덴서가 구성된다.
- [0057] 변형예 1-2에서는, 콘덴서를 구성하는 전극 본체(13)가 전극 본체(13)의 무게 중심을 통과하고 전극면에 수평인 축에 대하여 대칭성이 높은 타원 형상으로 된다. 이로 인해, 내부 전극(14)의 면 내에서 발생하는 잔류 응력을 중심에 집중시킬 수 있어, 본 실시 형태예와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.
- [0058] [변형예 1-3]
- [0059] 도 8에, 변형예 1-3에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 도 8에 있어서, 도 2에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다.
- [0060] 변형예 1-3에 따른 가변 용량 소자에서는, 내부 전극(16)의 전극 본체(15)가 정육각형으로 되어 있으며, 유전체층(5)의 중심을 통과하는 단축 방향의 직선상에 정육각형의 2개의 정점이 겹치도록 구성되어 있다.
- [0061] 변형예 1-3에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 8에 도시한 내부 전극(16)을 전극 본체(15)의 각 변과 무게 중심이 적층 방향으로 겹치도록 2층 적층하고, 각각의 접속 전극(9)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용량 소자 본체를 구성한다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 장축 방향의 거의 중심에 노출된 각각의 접속 전극(9)에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 변형예 1-3의 가변 용량 소자가 형성된다. 변형예 1-3에서는, 적층된 한 쌍의 전극 본체(15)에 의해 콘덴서가 구성된다.
- [0062] 변형예 1-3에서는, 콘덴서를 구성하는 전극 본체(15)가 전극 본체(15)의 무게 중심을 통과하고 전극면에 수평인 축에 대하여 대칭성이 높은 정육각 형상으로 된다. 이로 인해, 내부 전극(16)의 면 내에서 발생하는 잔류 응력을 중심에 집중시킬 수 있어, 본 실시 형태예와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.
- [0063] [변형예 1-4]
- [0064] 도 9에, 변형예 1-4에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 도 9에 있어서, 도 2에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다.
- [0065] 변형예 1-4에 따른 가변 용량 소자에서는, 내부 전극(18)의 전극 본체(17)가 정육각형으로 되어 있으며, 유전체층(5)의 중심을 통과하는 장축 방향의 직선상에 정육각형의 2개의 정점이 겹치도록 구성되어 있다.
- [0066] 변형예 1-4에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 9에 도시한 내부 전극(18)을 전극 본체(17)의 각 변과 무게 중심이 적층 방향으로 겹치도록 2층 적층하고, 각각의 접속 전극(9)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용량 소자 본체를 구성한다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 장축 방향의 거의 중심에 노출된 각각의 접속 전극(9)에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 변형예 1-4의 가변 용량 소자가 형성된다. 변형예 1-4에서는, 적층된 한 쌍의 전극 본체(17)에 의해 콘덴서가 구성된다.
- [0067] 변형예 1-4에서는, 콘덴서를 구성하는 전극 본체(17)가 전극 본체(17)의 무게 중심을 통과하고 전극면에 수평인 축에 대하여 대칭성이 높은 정육각 형상으로 된다. 이로 인해, 내부 전극(18)의 면 내에서 발생하는 잔류 응력을 중심에 집중시킬 수 있어, 본 실시 형태예와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.
- [0068] 그런데, 변형예 1-3 및 1-4에서는, 전극 본체의 형상을 정육각형으로 하였지만, 오각형 이상의 정다각형이면 본 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있고, 보다 원 형상에 가까운 형상이면 보다 높은 효과가 얻어진다. 이상과 같이, 콘덴서를 구성하는 전극 본체의 형상을 오각형 이상의 정다각 형상, 원 형상, 혹은 타원 형상으로 함으로써, 전극 본체가 정사각형인 경우와 비교하여, 발생하는 잔류 응력을 보다 전극 본체의 무게 중심에 집중시킬 수 있다.
- [0069] <2. 제2 실시 형태>
- [0070] 다음으로, 본 발명의 제2 실시 형태에 따른 가변 용량 소자에 대하여 설명한다. 본 실시 형태예에서는, 내부 전극을 구성하는 접속 전극만이 제1 실시 형태와 상이한 예이며, 그 외형이나, 단면 구성은 도 1의 A 및 도 1의 B에 도시한 제1 실시 형태에 따른 가변 용량 소자와 마찬가지로이기 때문에 도시를 생략한다.
- [0071] 도 10은, 본 실시 형태예의 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성도이다. 도 10에 있어서, 도 2에

대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다.

- [0072] 도 10에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자에서는, 내부 전극(20)은 원 형상의 전극 본체(8)와, 전극 본체(8)의 변에 접속되고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출되어 외부 단자에 접속되는 접속 전극(19)으로 구성된다. 그리고, 접속 전극(19)은 가변 용량 소자 본체의 소결 시에 있어서 접속 전극(19) 주변에 발생하는 잔류 응력이, 전극 본체(8) 부분에 발생하는 잔류 응력에 영향을 미치지 않을 정도의 크기로 형성되어 있다. 따라서, 접속 전극(19)의 면적은 전극 본체(8)의 면적보다도 충분히 작게 형성되고, 본 실시 형태에에서는, 접속 전극(19)의 외부 단자에 접속되는 단부의 폭을, 전극 본체(8)의 직경보다도 충분히 작게 형성하고 있다.
- [0073] 여기서, 접속 전극(19) 주변에 발생하는 잔류 응력이, 전극 본체(8) 부분에 발생하는 잔류 응력에 영향을 미치지 않을 정도로 하기 위해서, 접속 전극(19)의 외부 단자에 접속되는 단부의 폭은, 예를 들어 전극 본체(8)의 직경의 1/4 이하로 설정하는 것이 바람직하다.
- [0074] 본 실시 형태에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 10에 도시한 내부 전극(20)을 전극 본체(8)의 변과 무게 중심이 적층 방향으로 겹치도록 적층하고, 적층된 내부 전극(20)을 구성하는 각각의 접속 전극(19)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용량 소자 본체를 구성한다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 장축 방향의 거의 중심에 노출된 각각의 접속 전극(19)에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 본 실시 형태에의 가변 용량 소자가 형성된다. 본 실시 형태에에서는, 적층된 한 쌍의 전극 본체(8)에 의해 콘덴서가 구성된다.
- [0075] 본 실시 형태에에서는, 접속 전극(19)의 폭(면적)을 작게 함으로써, 접속 전극(19)을 포함한 내부 전극(20)의 형상의 대칭성을 의사적으로 높게 할 수 있다. 또한, 여기에서 말하는 「대칭성」은, 제1 실시 형태와 마찬가지로, 전극 본체(8)의 무게 중심을 통과하고 전극면에 수평인 축에 대한 대칭성을 의미하는 것으로 한다.
- [0076] [변형예 2-1]
- [0077] 도 11에, 변형예 2-1에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 도 11에 있어서, 도 10에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다.
- [0078] 변형예 2-1에 따른 가변 용량 소자에서는, 내부 전극(22)의 전극 본체(21)가 정사각형으로 되어 있다. 변형예 2-1에 있어서도, 접속 전극(19)의 면적은, 전극 본체(21)의 면적에 비교하여 충분히 작게 형성되어 있으며, 또한, 접속 전극(19)의 폭은 정사각형의 폭에 비교하여 충분히 작게 형성되어 있다. 변형예 2-1에서는, 접속 전극(19) 주변에 발생하는 잔류 응력이, 전극 본체(21) 부분에 발생하는 잔류 응력에 영향을 미치지 않을 정도로 하기 위해서, 접속 전극(19)의 외부 단자에 접속되는 단부의 폭은 전극 본체(21)의 최대폭의 1/n 이하로 설정하는 것이 바람직하다.
- [0079] 변형예 2-1에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 11에 도시한 내부 전극(22)을 전극 본체(21)의 변과 무게 중심이 적층 방향으로 겹치도록 적층하고, 각각의 접속 전극(19)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용량 소자 본체를 구성한다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 장축 방향의 거의 중심에 노출된 각각의 접속 전극(19)에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 본 실시 형태에의 가변 용량 소자가 형성된다. 본 실시 형태에에서는, 적층된 한 쌍의 전극 본체(21)에 의해 콘덴서가 구성된다.
- [0080] 이와 같은 변형예 2-1에 있어서도, 접속 전극(19)의 면적을 작게 함으로써, 내부 전극(22)의 대칭성을 의사적으로 높일 수 있다. 즉, 접속 전극의 폭이 전극 본체의 폭과 거의 동일하게 구성된 비교예 2에 비교하여 내부 전극(22) 자체의 대칭성이 높아진다. 이로 인해, 내부 전극(22)의 면 내에서 발생하는 잔류 응력을 내부 전극(22)의 각 정점으로부터 중심에 집중시킬 수 있기 때문에, 본 실시 형태에와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.
- [0081] 그런데, 제2 실시 형태에 및 변형예 2-1에서는, 전극 본체의 형상을 원형 및 정사각형으로 하였지만, 오각형 이상의 정다각형, 또는 타원 형상이어도 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다. 그 경우에도, 접속 전극의 폭을 전극 본체의 폭보다도 충분히 작게 형성함으로써, 전극 본체의 무게 중심을 통과하고, 전극면에 수평인 축에 대한 대칭성을 높게 할 수 있는 형상이면 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.
- [0082] [변형예 2-2]
- [0083] 도 12에, 변형예 2-2에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 도 12에 있어서, 도 10에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다.
- [0084] 도 10에 도시한 가변 용량 소자의 내부 전극(20)에서는, 접속 전극(19)이 가변 용량 소자 본체의 장축 방향의

측면의 거의 중심에 노출되도록 형성되어 있었다. 그에 반하여, 변형예 2-2에서는, 내부 전극(24)을 구성하는 접속 전극(23)이 가변 용량 소자 본체의 장축 방향의 측면의 중심으로부터 벗어난 위치에 노출되도록 형성되어 있다.

[0085] 그리고, 변형예 2-2에서는, 도 12에 도시한 바와 같이, 내부 전극(24)을 구성하는 접속 전극(23)을 전극 본체(8)의 무게 중심을 통과하는 축 위에 배치하고 있다.

[0086] 변형예 2-2에 도시한 바와 같이, 접속 전극(23)을 콘덴서를 구성하는 전극 본체(8)의 무게 중심을 통과하는 축 위에 배치함으로써, 잔류 응력의 대칭성을 그만큼 손상시키지 않고, 외부 단자의 설계의 자유도를 높일 수 있다.

[0087] 그 밖에, 제1 실시 형태, 제2 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.

[0088] <3. 제3 실시 형태>

[0089] 다음으로, 본 발명의 제3 실시 형태에 따른 가변 용량 소자에 대하여 설명한다. 본 실시 형태예에서는, 내부 전극의 구성만이 제1 실시 형태와 상이한 예이며, 그 외형이나, 단면 구성은 도 1의 A 및 도 1의 B에 도시한 제 1 실시 형태에 따른 가변 용량 소자와 마찬가지로이기 때문에 도시를 생략한다.

[0090] 도 13은, 본 실시 형태예의 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극(28)의 평면 구성도이다. 도 13에 있어서, 도 2에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다.

[0091] 도 13에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태예의 가변 용량 소자에서는, 내부 전극(28)은 정사각 형상의 전극 본체(25)와, 전극 본체(25)의 변에 접속되고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출되어 외부 단자에 접속되는 접속 전극(26)과, 플로팅 전극(27)으로 구성되어 있다.

[0092] 전극 본체(25)는 유전체층(5)의 거의 중심에 형성되고, 정사각 형상의 중심이 유전체층(5)의 중심에 일치하도록 형성되어 있다.

[0093] 접속 전극(26)은 전극 본체(25)의 한쪽 변에 접속되고, 단부가 용량 소자 본체의 측면에 노출되도록 형성되어 있다.

[0094] 플로팅 전극(27)은 전극 본체(25)를 사이에 끼우고 접속 전극(26)과 반대측의 영역에 형성되어 있다. 또한, 플로팅 전극(27)은 접속 전극(26)과 거의 동일 형상으로 되고, 전극 본체(25)의 무게 중심을 통과하는 축에 대하여 접속 전극(26)과 거의 대칭이 되도록 형성되어 있다. 단, 플로팅 전극(27)은 전극 본체(25)에 접속되어 있지 않으며, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출되지 않도록 형성되어 있다. 따라서, 가변 용량 소자의 구동 시에 있어서, 플로팅 전극(27)에는 외부로부터 전위가 공급되지 않는다.

[0095] 본 실시 형태예에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 13에 도시한 내부 전극(28)을 전극 본체(25)의 변과 무게 중심이 적층 방향으로 겹치도록 2층 적층하고, 각각의 접속 전극(26)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용량 소자 본체를 구성한다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 장축 방향의 거의 중심에 노출된 각각의 접속 전극(26)에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 본 실시 형태예의 가변 용량 소자가 형성된다. 본 실시 형태예에서는, 적층된 한 쌍의 전극 본체(25)에 의해 콘덴서가 구성된다.

[0096] 본 실시 형태예에서는, 전극 본체(25)를 사이에 끼우고 접속 전극(26)에 대칭이 되도록 플로팅 전극(27)을 설치함으로써, 내부 전극 전체의 대칭성을 높일 수 있다. 이에 의해, 소성 시의 수축에 수반하여 발생하는 잔류 응력을 중심에 집중시켜, 면 내에서 균일하게 할 수 있다. 이 결과, 전기적 특성을 향상시킬 수 있다.

[0097] 그 밖에, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.

[0098] [변형예 3-1]

[0099] 도 14에, 변형예 3-1에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 도 14에 있어서, 도 13에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다.

[0100] 변형예 3-1에 따른 가변 용량 소자에서는, 내부 전극(32)의 전극 본체(29)의 형상이 제3 실시 형태와 상이한 예이다.

[0101] 내부 전극(32)은 원 형상의 전극 본체(29)와, 전극 본체(29)의 변에 접속되고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출되어 외부 단자에 접속되는 접속 전극(30)과, 플로팅 전극(31)으로 구성되어 있다.

- [0102] 전극 본체(29)는 유전체층(5)의 거의 중심에 형성되고, 전극 본체(29)의 무게 중심이 유전체층(5)의 중심에 일치하도록 형성되어 있다.
- [0103] 접속 전극(30)은 전극 본체(29)의 한쪽 변에 접속되고, 단부가 용량 소자 본체의 측면에 노출되도록 형성되어 있다.
- [0104] 플로팅 전극(31)은 전극 본체(29)를 사이에 끼우고 접속 전극(30)과 반대측의 영역에 형성되어 있다. 또한, 플로팅 전극(31)은 접속 전극(30)과 거의 동일 형상으로 되고, 전극 본체(29)의 무게 중심을 통과하는 축에 대하여 접속 전극(30)과 대칭이 되도록 형성되어 있다. 단, 플로팅 전극(31)은 전극 본체(29)에 접속되어 있지 않으며, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출되지 않도록 형성되어 있다. 따라서, 가변 용량 소자의 구동 시에 있어서, 플로팅 전극(31)에는 외부로부터 전위가 공급되지 않는다.
- [0105] 변형예 3-1에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 14에 도시한 내부 전극(32)을 전극 본체(29)의 변과 무게 중심이 적층 방향으로 겹치도록 2층 적층하고, 각각의 접속 전극(30)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용량 소자 본체를 구성한다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출된 각각의 접속 전극(30)에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 변형예 3-1의 가변 용량 소자가 형성된다. 변형예 3-1에서는, 적층된 한 쌍의 전극 본체(29)에 의해 콘텐서가 구성된다.
- [0106] 이와 같은 변형예 3-1에 있어서도, 전극 본체(29)를 사이에 끼우고 접속 전극(30)에 대칭이 되도록 플로팅 전극(31)이 설치된다. 이로 인해, 제3 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다. 또한, 변형예 3-1에서는, 콘텐서를 구성하는 전극 본체(29)가 원형으로 되기 때문에, 면 내에 발생하는 잔류 응력을 보다 중심에 집중시킬 수 있다.
- [0107] [변형예 3-2]
- [0108] 도 15에, 변형예 3-2에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 도 15에 있어서, 도 13에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다.
- [0109] 변형예 3-2에서는, 내부 전극(35)은 정사각 형상의 전극 본체(25)와, 전극 본체(25)의 변에 접속되고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출되어 외부 단자에 접속되는 접속 전극(33)과, 2개의 플로팅 전극(27, 34)으로 구성되어 있다. 접속 전극(33)은 그 폭이 전극 본체(25)의 폭에 비교하여 충분히 좁게 형성되어 있다. 또한, 2개의 플로팅 전극(27, 34)은, 접속 전극(33) 및 전극 본체(25)를 사이에 끼우고 양쪽 영역에 형성되며, 전극 본체(25)의 무게 중심을 통과하는 축에 대하여 대칭으로 형성되어 있다.
- [0110] 변형예 3-2에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 15에 도시한 내부 전극(35)을 전극 본체(25)의 변과 무게 중심이 적층 방향으로 겹치도록 2층 적층하고, 각각의 접속 전극(33)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용량 소자 본체를 구성한다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출된 각각의 접속 전극(33)에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 변형예 3-2의 가변 용량 소자가 형성된다. 변형예 3-2에서는, 적층된 한 쌍의 전극 본체(25)에 의해 콘텐서가 구성된다.
- [0111] 변형예 3-2에서는, 접속 전극(33)의 폭이 전극 본체(25)의 폭에 비교하여 충분히 작게 형성되므로, 접속 전극(33) 부분에 발생하는 잔류 응력을 작게 할 수 있다. 또한, 변형예 3-2에서는, 용량을 형성하지 않는 플로팅 전극(27, 34)을, 전극 본체(25)를 사이에 끼우고 양쪽 영역에 대칭적으로 형성함으로써, 콘텐서의 중심에 발생하는 잔류 응력을 크게 할 수 있다. 따라서, 가변 용량 소자의 전기적 특성을 향상시킬 수 있다. 그 밖에, 제 3 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.
- [0112] [변형예 3-3]
- [0113] 도 16에, 변형예 3-3에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 도 16에 있어서, 도 14에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다.
- [0114] 변형예 3-3에서는, 내부 전극(38)은 원 형상의 전극 본체(29)와, 전극 본체(29)의 변에 접속되고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출되어 외부 단자에 접속되는 접속 전극(36)과, 2개의 플로팅 전극(31, 37)으로 구성되어 있다. 접속 전극(36)은 그 폭이 전극 본체(29)의 직경에 비교하여 충분히 좁게 형성되어 있다. 또한, 2개의 플로팅 전극(31, 37)은, 접속 전극(36) 및 전극 본체(29)를 사이에 끼우고 양쪽 영역에 형성되며, 전극 본체(29)의 무게 중심을 통과하는 축에 대하여 대칭으로 형성되어 있다.
- [0115] 변형예 3-3에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 16에 도시한 내부 전극(38)을 전극 본체(29)의 변과 무게 중

심이 적층 방향으로 겹치도록 2층 적층하고, 각각의 접속 전극(36)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용량 소자 본체를 구성한다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출된 각각의 접속 전극(36)에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 변형예 3-3의 가변 용량 소자가 형성된다. 변형예 3-3에서는, 적층된 한 쌍의 전극 본체(29)에 의해 콘텐츠가 구성된다.

[0116] 변형예 3-3에서는, 접속 전극(36)의 폭이 전극 본체(29)의 폭에 비교하여 충분히 작게 형성되므로, 접속 전극(36) 부분에 발생하는 잔류 응력을 작게 할 수 있다. 또한, 변형예 3-3에서는, 용량을 형성하지 않는 플로팅 전극(31, 37)을, 전극 본체(29)를 사이에 끼우고 양쪽 영역에 대칭적으로 형성함으로써, 콘텐츠의 중심에 발생하는 잔류 응력을 크게 할 수 있다. 따라서, 가변 용량 소자의 전기적 특성을 향상시킬 수 있다. 그 밖에, 제 3 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.

[0117] <4. 제4 실시 형태>

[0118] 다음으로, 본 발명의 제4 실시 형태에 따른 가변 용량 소자에 대하여 설명한다. 본 실시 형태예에서는, 가변 용량 소자 본체의 형상이 제1 실시 형태와 상이한 예이며, 내부 전극의 형상이나, 단면 구성은 도면에 도시한 제1 실시 형태에 따른 가변 용량 소자와 마찬가지로이기 때문에 도시를 생략한다.

[0119] 도 17은, 본 실시 형태예의 가변 용량 소자의 외관 사시도이다.

[0120] 도 17에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태예의 가변 용량 소자(40)는 가변 용량 소자 본체(41)와, 2개의 외부 단자(42, 43)로 구성되어 있다. 그리고, 가변 용량 소자 본체(41)는 내부 전극이 형성되는 면에 평행한 평면 형상이 정사각 형상으로 되는 직육면체(또는 입방체)로 구성되어 있다. 즉, 본 실시 형태예에서는, 도 17에 도시한 바와 같이, 내부 전극이 형성되는 면에 평행한 평면이, 가로 폭 W, 세로 폭 W로 된 정사각 형상으로 되어 있다.

[0121] 본 실시 형태예의 가변 용량 소자(40)에서는, 내부 전극이 형성되는 면이 정사각 형상으로 되기 때문에, 가변 용량 소자 본체(41)의 형상의 대칭성이 높아진다. 가변 용량 소자 본체(41)의 소성 시에 있어서 발생하는 잔류 응력은 전극 재료와 유전체 재료의 수축률(선팽창 계수)의 차이로 발생한다. 따라서, 내부 전극의 대칭성을 향상시키고 함께, 가변 용량 소자 본체(41)의 외형 대칭성을 향상시킴으로써, 잔류 응력을 중심을 향해 보다 집중시킬 수 있다. 이에 의해, 내부 전극에 의해 형성되는 콘텐츠의 전기적 특성을 향상시킬 수 있다.

[0122] 그 밖에, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.

[0123] [변형예 4-1]

[0124] 도 18은, 변형예 4-1에 따른 가변 용량 소자의 외관 사시도이다. 변형예 4-1에서는, 가변 용량 소자 본체의 형상이 제1 실시 형태와 상이한 예이며, 내부 전극의 형상이나, 단면 구성은 도면에 도시한 제1 실시 형태에 따른 가변 용량 소자와 마찬가지로이기 때문에 도시를 생략한다.

[0125] 변형예 4-1에 따른 가변 용량 소자(44)에서는, 도 18에 도시한 바와 같이, 가변 용량 소자 본체(45)와, 2개의 외부 단자(46, 47)로 구성되어 있다. 그리고, 가변 용량 소자 본체(45)는 내부 전극이 형성되는 면에 평행한 평면 형상이 원 형상이 되는 원기둥 형상으로 구성되어 있다.

[0126] 변형예 4-1에서는, 가변 용량 소자 본체(45)의 외형이 원기둥 형상으로 형성되기 때문에, 내부 전극의 전극 본체의 중심을 통과하는 적층 방향의 직선에 대한 가변 용량 소자 본체(45)의 외형 대칭성이 높아진다. 이에 의해, 가변 용량 소자 본체(45) 내부에서 발생하는 잔류 응력을 보다 증대시킬 수 있어, 제4 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.

[0127] [변형예 4-2]

[0128] 도 19에, 변형예 4-2에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 변형예 4-2에 따른 가변 용량 소자에서는, 내부 전극(51)은 정사각형으로 된 전극 본체(49)와, 그 전극 본체(49)의 1면에 접속되고, 단부가 용량 소자 본체의 측면에 노출되도록 형성된 접속 전극(50)으로 구성되어 있다. 또한, 가변 용량 소자 본체의 내부 전극(51)이 형성되는 평면 형상, 즉 유전체층(48)의 평면 형상은 타원 형상으로 되어 있으며, 내부 전극(51)을 구성하는 접속 전극(50)은 타원 형상의 유전체층(48)의 짧은 직경 방향으로 형성되어 있다.

[0129] 변형예 4-2에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 19에 도시한 내부 전극(51)이 전극 본체(49)의 변과 무게 중심이 적층 방향으로 겹치도록 2층 적층되고, 각각의 접속 전극(50)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용

량 소자 본체가 구성된다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출된 각각의 접속 전극(50)에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 변형예 4-2의 가변 용량 소자가 형성된다. 변형예 4-2에서는, 적층된 한 쌍의 전극 본체(49)에 의해 콘덴서가 구성된다.

[0130] 변형예 4-2에서는, 가변 용량 소자 본체의 외형이, 단면 타원 형상으로 된 기둥 형상으로 형성되기 때문에, 가변 용량 소자 본체의 외형 대칭성을 높일 수 있어, 제4 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.

[0131] [변형예 4-3]

[0132] 도 20에, 변형예 4-3에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 변형예 4-3에 따른 가변 용량 소자에서는, 내부 전극(51)은 변형예 4-2와 마찬가지로 된다. 또한, 가변 용량 소자 본체의 내부 전극(51)이 형성되는 평면 형상, 즉 유전체층(52)은 타원 형상으로 되어 있으며, 내부 전극(51)을 구성하는 접속 전극(50)은 타원 형상의 유전체층(52)의 긴 직경 방향으로 형성되어 있다.

[0133] 변형예 4-3에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 20에 도시한 내부 전극(51)이 전극 본체(49)의 변과 무게 중심이 적층 방향으로 겹치도록 2층 적층되고, 각각의 접속 전극(50)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용량 소자 본체가 구성된다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출된 각각의 접속 전극(50)에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 변형예 4-3의 가변 용량 소자가 형성된다. 변형예 4-3에서는, 적층된 한 쌍의 전극 본체(49)에 의해 콘덴서가 구성된다.

[0134] 변형예 4-3에서는, 가변 용량 소자 본체의 외형이, 단면 타원 형상으로 된 기둥 형상으로 형성되기 때문에, 가변 용량 소자 본체의 외형 대칭성을 높일 수 있어, 제4 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.

[0135] [변형예 4-4]

[0136] 도 21에, 변형예 4-4에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 변형예 4-4에 따른 가변 용량 소자에서는, 내부 전극(51)은 변형예 4-2와 마찬가지로 된다. 또한, 가변 용량 소자 본체의 내부 전극(51)이 형성되는 평면 형상, 즉 유전체층(53)은 4모서리가 라운딩된 직사각 형상(rounded rectangular shape)(소판형(oval shape))으로 되어 있으며, 내부 전극(51)을 구성하는 접속 전극(50)은 4모서리가 라운딩된 직사각 형상의 유전체층(53)의 장축 방향으로 형성되어 있다.

[0137] 변형예 4-4에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 21에 도시한 내부 전극(51)이 전극 본체(49)의 변과 무게 중심이 적층 방향으로 겹치도록 2층 적층되고, 각각의 접속 전극(50)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용량 소자 본체가 구성된다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출된 각각의 접속 전극(50)에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 변형예 4-4의 가변 용량 소자가 형성된다. 변형예 4-4에서는, 적층된 한 쌍의 전극 본체(49)에 의해 콘덴서가 구성된다.

[0138] 변형예 4-4에서는, 가변 용량 소자 본체의 외형이, 단면 소판형으로 된 기둥 형상으로 형성되기 때문에, 가변 용량 소자 본체의 외형 대칭성을 높일 수 있어, 제4 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.

[0139] [변형예 4-5]

[0140] 도 22에, 변형예 4-5에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 변형예 4-5에 따른 가변 용량 소자에서는, 내부 전극(51)은 변형예 4-2와 마찬가지로 된다. 또한, 가변 용량 소자 본체의 내부 전극이 형성되는 평면 형상, 즉 유전체층은 정사각 형상의 1변의 양측에 위치하는 2개의 모서리부가 라운딩된 형상으로 형성된 사각 형상으로 형성되어 있다.

[0141] 변형예 4-5에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 22에 도시한 내부 전극이, 전극 본체의 변과 무게 중심이 적층 방향으로 겹치도록 적층되고, 적층된 내부 전극을 구성하는 각각의 접속 전극이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용량 소자 본체가 구성된다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출된 각각의 접속 전극에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 변형예 4-5의 가변 용량 소자가 형성된다. 변형예 4-5에서는, 적층된 정사각 형상의 전극 본체에 의해 콘덴서가 구성된다.

[0142] 변형예 4-5에서는, 가변 용량 소자 본체의 외형이, 한쪽 모서리부가 라운딩된 형상으로 된 각기둥 형상으로 형성되기 때문에, 유전체층의 평면 형상, 그리고 가변 용량 소자 본체의 대칭성을 높일 수 있어, 제4 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.

[0143] [변형예 4-6]

- [0144] 도 23에, 변형예 4-6에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 변형예 4-6에 따른 가변 용량 소자에서는, 내부 전극(51)은 변형예 4-2와 마찬가지로 된다. 또한, 가변 용량 소자 본체의 내부 전극(51)이 형성되는 평면 형상, 즉 유전체층(55)은 정사각 형상의 4개의 모서리부가 라운딩된 형상으로 된 4모서리가 라운딩된 정사각 형상으로 형성되어 있다.
- [0145] 변형예 4-6에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 23에 도시한 내부 전극(51)이 전극 본체(49)의 변과 무게 중심이 적층 방향으로 겹치도록 2층 적층되고, 각각의 접속 전극(50)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용량 소자 본체가 구성된다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출된 각각의 접속 전극(50)에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 변형예 4-6의 가변 용량 소자가 형성된다. 변형예 4-6에서는, 적층된 한 쌍의 전극 본체(49)에 의해 콘덴서가 구성된다.
- [0146] 변형예 4-6에서는, 가변 용량 소자 본체의 외형이, 단면이, 4모서리가 라운딩된 정사각 형상으로 된 기둥 형상으로 형성되기 때문에, 가변 용량 소자 본체의 대칭성을 높일 수 있어, 제4 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.
- [0147] [변형예 4-7]
- [0148] 도 24에, 변형예 4-7에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 변형예 4-7에 따른 가변 용량 소자에서는, 내부 전극(51)은 변형예 4-2와 마찬가지로 된다. 또한, 가변 용량 소자 본체의 내부 전극(51)이 형성되는 평면 형상, 즉 유전체층(56)은 8각 형상으로 형성되어 있다.
- [0149] 변형예 4-7에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 24에 도시한 내부 전극(51)이 전극 본체의 변과 무게 중심이 적층 방향으로 겹치도록 2층 적층되고, 각각의 접속 전극(50)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용량 소자 본체가 구성된다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출된 각각의 접속 전극(50)에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 변형예 4-7의 가변 용량 소자가 형성된다. 변형예 4-7에서는, 적층된 한 쌍의 전극 본체(49)에 의해 콘덴서가 구성된다.
- [0150] 변형예 4-7에서는, 가변 용량 소자 본체의 외형이, 단면 8각 형상으로 된 기둥 형상으로 형성되기 때문에, 가변 용량 소자 본체의 외형 대칭성을 높일 수 있어, 제4 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.
- [0151] [변형예 4-8]
- [0152] 도 25에, 변형예 4-8에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 변형예 4-8에 따른 가변 용량 소자에서는, 내부 전극(51)은 변형예 4-2와 마찬가지로 된다. 또한, 가변 용량 소자 본체의 내부 전극(51)이 형성되는 평면 형상, 즉 유전체층(57)은 정육각 형상으로 형성되어 있다.
- [0153] 변형예 4-8에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 25에 도시한 내부 전극(51)이 전극 본체(49)의 변과 무게 중심이 적층 방향으로 겹치도록 2층 적층되고, 각각의 접속 전극(50)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용량 소자 본체가 구성된다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출된 각각의 접속 전극(50)에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 변형예 4-8의 가변 용량 소자가 형성된다. 변형예 4-8에서는, 적층된 한 쌍의 전극 본체(49)에 의해 콘덴서가 구성된다.
- [0154] 변형예 4-8에서는, 가변 용량 소자 본체의 외형이, 단면 정육각 형상으로 된 기둥 형상으로 형성되기 때문에, 가변 용량 소자 본체의 외형 대칭성을 높일 수 있어, 제4 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.
- [0155] <5. 제5 실시 형태>
- [0156] 다음으로, 본 발명의 제5 실시 형태에 따른 가변 용량 소자에 대하여 설명한다. 도 26은, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성도이다. 본 실시 형태에에서는, 가변 용량 소자 본체의 외형이 제1 실시 형태와 상이한 예이다. 도 26에 있어서, 도 2에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다.
- [0157] 본 실시 형태에의 가변 용량 소자에서는, 내부 전극(10)은 원 형상으로 된 전극 본체(8)와, 그 전극 본체(8)의 1변에 접속되고, 단부가 용량 소자 본체의 측면에 노출되도록 형성된 접속 전극(9)으로 구성되어 있다. 또한, 가변 용량 소자 본체의 내부 전극(10)이 형성되는 평면 형상, 즉 유전체층(58)은 원 형상으로 형성되어 있다. 그리고, 내부 전극(10)의 전극 본체(8)의 무게 중심이, 유전체층(58)의 중심에 위치하도록 형성되어 있다.
- [0158] 본 실시 형태에에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 26에 도시한 내부 전극(10)이 전극 본체(8)의 변과 무게 중심이 적층 방향으로 겹치도록 2층 적층되고, 각각의 접속 전극(9)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변

용량 소자 본체가 구성된다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출된 각각의 접속 전극(9)에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 본 실시 형태에의 가변 용량 소자가 형성된다. 본 실시 형태에에서는, 적층된 한 쌍의 전극 본체(8)에 의해 콘텐서가 구성된다.

[0159] 본 실시 형태에에서는, 내부 전극(10)의 용량을 구성하는 전극 본체(8)의 형상과, 유전체층(58)의 평면 형상이 동일 형상으로 되어 있기 때문에, 전극 본체(8) 및 가변 용량 소자 본체의 외형 대칭성이 높아진다. 이에 의해, 가변 용량 소자 본체의 소성 시에 있어서 발생하는 잔류 응력을 중심 방향에 보다 집중시킬 수 있어, 한 쌍의 전극 본체(8)로 구성되는 콘텐서의 전기적 특성을 향상시킬 수 있다.

[0160] 그 밖에, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.

[0161] [변형예 5-1]

[0162] 도 27에, 변형예 5-1에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 도 27에 있어서, 도 26에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다. 변형예 5-1에 따른 가변 용량 소자에서는, 내부 전극(20)은 제2 실시 형태의 내부 전극(20)과 마찬가지로의 구성으로 되어 있다.

[0163] 변형예 5-1에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 27에 도시한 내부 전극이, 전극 본체(8)의 변과 무게 중심이 적층 방향으로 겹치도록 2층 적층되고, 각각의 접속 전극(19)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용량 소자 본체가 구성된다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출된 각각의 접속 전극(19)에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 변형예 5-1의 가변 용량 소자가 형성된다. 변형예 5-1에서는, 적층된 한 쌍의 전극 본체(8)에 의해 콘텐서가 구성된다.

[0164] 변형예 5-1에서는, 내부 전극(20)에 있어서, 전극 본체(8)에 접속되는 접속 전극(19)의 면적이 전극 본체(8)에 비교하여 충분히 작게 형성된다. 이로 인해, 유전체층(58)과, 내부 전극(20)의 형상을 보다 상사(相似) 관계로 접근할 수 있다.

[0165] 도 28은, 변형예 5-1에 따른 가변 용량 소자의 2개의 내부 전극(20)을 상면에서 투과하여 본 평면도이다. 또한, 도 28에 있어서, 하층의 내부 전극(20)에 발생하는 잔류 응력을 화살표 e로 나타내고, 상층의 내부 전극(20)에 발생하는 잔류 응력을 화살표 f로 나타낸다.

[0166] 도 28에 도시한 바와 같이, 변형예 5-1에서는, 접속 전극(19)의 면적이 전극 본체(8)의 면적보다도 충분히 작게 형성되기 때문에, 접속 전극(19) 부분에 있어서의 잔류 응력에의 기여가 작아진다. 이로 인해, 접속 전극(9)의 폭이 전극 본체(8)의 직경과 거의 동일하게 형성된 제1 실시 형태에 따른 내부 전극(10)에 비교하여, 전극 본체(8)의 중심을 향해 발생하는 잔류 응력이 전체면에서 균등해진다. 이 결과, 내부 전극(20)의 적층 방향(전계 방향)에 있어서의 인장 응력이 보다 증가하고, 콘텐서의 전기적 특성이 향상된다.

[0167] 또한, 변형예 5-1에서는, 내부 전극(20)의 용량을 구성하는 전극 본체(8)의 형상과, 유전체층(58)의 평면 형상이 동일 형상으로 되어 있기 때문에, 전극 본체(8) 및 가변 용량 소자 본체의 외형 대칭성이 높아지고, 제5 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.

[0168] [변형예 5-2]

[0169] 도 29에, 변형예 5-2에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 변형예 5-2에서는, 내부 전극(51)은 정사각 형상으로 된 전극 본체(49)와, 그 전극 본체(49)의 1변에 접속되고, 단부가 용량 소자 본체의 측면에 노출되도록 형성된 접속 전극(50)으로 구성되어 있다. 또한, 가변 용량 소자 본체의 내부 전극(51)이 형성되는 평면 형상, 즉 유전체층(59)의 평면 형상은 정사각 형상으로 되어 있다. 그리고, 내부 전극(51)의 전극 본체(49)의 무게 중심이, 유전체층(59)의 중심에 위치하도록 형성되어 있다.

[0170] 변형예 5-2에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 29에 도시한 내부 전극(51)이 전극 본체(49)의 변과 무게 중심이 적층 방향으로 겹치도록 2층 적층되고, 각각의 접속 전극(50)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용량 소자 본체가 구성된다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출된 각각의 접속 전극에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 변형예 5-2의 가변 용량 소자가 형성된다. 변형예 5-2에서는, 적층된 한 쌍의 전극 본체(49)에 의해 콘텐서가 구성된다.

[0171] 변형예 5-2에서는, 내부 전극(51)의 용량을 구성하는 전극 본체(49)의 형상과, 유전체층(59)의 평면 형상이 동일 형상으로 되어 있기 때문에, 전극 본체(49) 및 가변 용량 소자 본체의 외형 대칭성이 높아지고, 제5 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.

- [0172] [변형예 5-3]
- [0173] 도 30에, 변형예 5-3에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 도 30에 있어서, 도 29에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다. 변형예 5-3에 따른 가변 용량 소자에서는, 내부 전극(22)은 도 11에 도시한 변형예 2-1의 내부 전극(22)과 마찬가지로의 구성으로 되어 있다.
- [0174] 변형예 5-3에 있어서도, 도시를 생략하였지만, 도 30에 도시한 내부 전극(22)이 전극 본체(21)의 변과 무게 중심이 적층 방향으로 겹치도록 2층 적층되고, 각각의 접속 전극(19)이 대향하는 측면에 노출되도록 하여 가변 용량 소자 본체가 구성된다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출된 각각의 접속 전극(19)에 전기적으로 접속하는 외부 단자를 설치함으로써 변형예 5-3의 가변 용량 소자가 형성된다. 변형예 5-3에서는, 적층된 원형상의 전극 본체에 의해 콘덴서가 구성된다
- [0175] 변형예 5-3에서는, 내부 전극(22)에 있어서, 전극 본체(21)에 접속되는 접속 전극(19)의 면적이 전극 본체(21)에 비교하여 충분히 작게 형성된다. 이로 인해, 유전체층(59)과, 내부 전극(22)과의 형상을 보다 상사 관계로 접근할 수 있다. 이에 의해, 가변 용량 소자 본체의 소성 시에 있어서 발생하는 잔류 응력을 중심을 향해 보다 집중시킬 수 있어, 콘덴서의 전기적 특성을 향상시킬 수 있다.
- [0176] 그 밖에, 제5 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.
- [0177] <6. 제6 실시 형태: 3 단자>
- [0178] 다음으로, 본 발명의 제6 실시 형태에 따른 가변 용량 소자에 대하여 설명한다. 도 31은, 본 실시 형태에 따른 가변 용량 소자의 사시도이다. 또한, 도 32는, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자를 구성하는 내부 전극의 평면 구성도이다.
- [0179] 도 31에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자는, 직육면체 부재로 구성된 가변 용량 소자 본체(62)와, 각각 3개씩 형성되는 외부 단자(63a, 63b)로 구성되어 있다. 외부 단자(63a, 63b)는, 가변 용량 소자 본체의 측면에 서로 이격하여 설치되어 있다. 또한, 가변 용량 소자 본체(62)에서는, 도시를 생략하였지만, 도 32에 도시한 2개의 내부 전극(67)이 적층된 구성으로 되어 있다.
- [0180] 본 실시 형태에에서는, 내부 전극(67)은 도 32에 도시한 바와 같이, 원형상의 전극 본체(65)와, 전극 본체(65)에 접속되고, 전극 본체(65)의 원주 방향으로 등간격으로 형성된 3개의 접속 전극(66)으로 구성되어 있다. 또한, 유전체층(64)은 내부 전극(67)이 형성되는 평면이 직사각형상으로 되어 있다.
- [0181] 그리고, 본 실시 형태에에서는, 3개의 접속 전극(66)은, 각각 전극 본체(65)의 직경보다도 가는 띠 형상으로 형성되고, 가변 용량 소자 본체(62)의 측면에 노출되도록 형성되어 있다. 또한, 도 32에 도시한 내부 전극(67)과, 도 32에 도시한 내부 전극(67)을 전극면에 수직인 축을 중심으로 하여 180° 회전시킨 상태의 내부 전극(67)을 적층한 경우에, 접속 전극(66)이 적층 방향으로 겹치지 않도록 형성되어 있다.
- [0182] 본 실시 형태에에서는, 도 32에 도시한 내부 전극(67)과, 도 32에 도시한 내부 전극(67)을 전극면에 수직인 축을 중심으로 하여 180° 회전시킨 상태의 내부 전극(67)을 적층함으로써 가변 용량 소자 본체를 구성할 수 있다. 도 33은, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자 본체(62)를 상면에서 투과하여 보았을 때의 도면이다.
- [0183] 도 33에 도시한 바와 같이, 적층된 2개의 내부 전극(32)에 형성되는 계 6개의 접속 전극(66)은 각각 적층 방향으로 겹치지 않는다. 이로 인해, 본 실시 형태에에서는, 적층하는 접속 전극(66) 사이에서는 용량이 형성되지 않고, 적층 방향으로 겹치는 전극 본체(65)에 의해 콘덴서가 구성된다. 그리고, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자 본체(62)의 측면에 노출된 6개의 접속 전극(66) 각각에 접속되는 외부 단자(63a, 63b)를 설치함으로써, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자(61)가 형성된다.
- [0184] 본 실시 형태에에서는, 1개의 전극 본체(65)에 접속되는 접속 전극(66)의 수를 증가시킴으로써, 입력되는 신호 전압에 대한 내압을 향상시킬 수 있다.
- [0185] 또한, 본 실시 형태에에서는, 콘덴서를 형성하는 전극 본체(65)를 원형상으로 하고, 그 전극 본체(65)에 접속되는 접속 전극(66)을 등간격의 3방향으로 형성 함으로써, 내부 전극(67)의 대칭성을 높일 수 있다. 이에 의해, 가변 용량 소자 본체(62)의 소성 시에 있어서 발생하는 잔류 응력을 중심을 향해 집중시킬 수 있어, 콘덴서의 전기적 특성을 향상시킬 수 있다.

- [0186] 그 밖에, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.
- [0187] [변형예 6-1]
- [0188] 도 34에, 변형예 6-1에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 도 34에 있어서, 도 32에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다. 변형예 6-1에서는, 내부 전극(70)은 원 형상의 전극 본체(65)와, 전극 본체(65)에 접속되고, 전극 본체(65)의 원주 방향으로 등간격으로 형성된 3개의 접속 전극(69)으로 구성되어 있다. 또한, 유전체층(68)은 내부 전극(70)이 형성되는 평면이 정사각 형상으로 되어 있다.
- [0189] 그리고, 변형예 6-1에서는, 3개의 접속 전극(69)은 전극 본체(65)에 접속되는 측으로부터, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출되는 단부측에 걸쳐서 광폭이 되게 형성되어 있다. 또한, 도 34에 도시한 내부 전극(70)과, 도 34에 도시한 내부 전극(70)을 전극면에 수직인 축을 중심으로 하여 180° 회전시킨 상태의 내부 전극(70)을 적층한 경우에, 접속 전극(69)이 적층 방향으로 겹치지 않도록 형성한다.
- [0190] 변형예 6-1에서는, 도 34에 도시한 내부 전극(70)과, 도 34에 도시한 내부 전극(70)을 전극면에 수직인 축을 중심으로 하여 180° 회전시킨 상태의 내부 전극(70)을 적층함으로써 가변 용량 소자 본체를 구성할 수 있다. 이렇게 함으로써, 적층되는 2개의 내부 전극(70)에 형성되는 계 6개의 접속 전극(69)은 각각 적층 방향으로 겹치지 않는 측면에 노출된다. 또한, 적층 방향으로 형성되는 접속 전극(69)은 적층 방향으로 겹치지 않기 때문에, 적층하는 접속 전극(69) 사이에서는 용량이 형성되지 않는다. 그리고, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출된 6개의 접속 전극(69) 각각에 접속되는 외부 단자를 설치함으로써, 변형예 6-1의 가변 용량 소자가 형성된다.
- [0191] 변형예 6-1에서는, 접속 전극(69)이 외부 단자에 접속되는 측을 향해 광폭이 되도록 형성되어 있다. 이로 인해, 제6 실시 형태에 따른 가변 용량 소자(61)에 비교하여 보다 내압을 향상시킬 수 있다. 그 밖에, 제6 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.
- [0192] [변형예 6-2]
- [0193] 도 35에, 변형예 6-2에 따른 가변 용량 소자를 구성하는 유전체층 및 내부 전극의 평면 구성을 나타낸다. 도 35에 있어서, 도 32에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고 중복 설명을 생략한다. 변형예 6-2에서는, 제6 실시 형태와, 유전체층의 평면 형상이 상이한 예이다.
- [0194] 변형예 6-2에서는, 유전체층(71)의 평면 형상이 정육각형으로 되어 있다. 그리고, 3개의 접속 전극(66)은 정육각 형상의 유전체층(71)의 하나 거른 측면에 노출되도록 형성되어 있다. 그리고, 변형예 6-2에 있어서도, 도 35에 도시한 내부 전극(67)과, 도 35에 도시한 내부 전극(67)을 전극면에 수직인 축을 중심으로 하여 180° 회전시킨 상태의 내부 전극(67)을 적층함으로써 가변 용량 소자 본체를 구성할 수 있다. 또한, 가변 용량 소자 본체의 측면에 노출된 6개의 접속 전극(66)에 접속되는 외부 단자를 설치함으로써, 변형예 6-2에 따른 가변 용량 소자가 형성된다. 그리고, 이때, 가변 용량 소자 본체는, 단면이 정육각형으로 된 기둥 형상으로 형성된다.
- [0195] 변형예 6-2에 따른 가변 용량 소자에서는, 내부 전극(67) 및 가변 용량 소자 본체의 외형 대칭성이 높고, 가변 용량 소자 본체의 소성 시에 있어서 발생하는 잔류 응력을 보다 증대시킬 수 있는 것 외에, 제6 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.
- [0196] 이상의 제1 내지 제6 실시 형태에 따른 가변 용량 소자 및 그들 변형예에 따른 가변 용량 소자에서는, 적층하는 내부 전극을 동일 형상으로서 설명하였다. 그러나, 본 발명은, 이에 한정되지 않으며, 각각 서로 다른 형상의 내부 전극을 조합하여 적층한 경우에도, 잔류 응력의 증대에 기인한 전기적 특성의 향상의 효과가 얻어진다. 전술한 제1 내지 제6 실시 형태와 같이, 적층되는 내부 전극의 전극 본체를 동일 형상으로 한 경우에는, 전기적 특성의 향상이 더한층 도모된다.
- [0197] 이상의 실시 형태에 따른 내부 전극의 형상 및 유전체층의 평면 형상의 예를 근거로 하여, 이하에, 서로 다른 형상의 내부 전극을 조합하여 적층함으로써 얻어지는 가변 용량 소자의 구성에 대하여 설명한다. 이하의 실시 형태에서는, 내부 전극의 적층 방향으로 직렬 접속된 복수의 콘덴서를 구비하는 가변 용량 소자를 예로 들어 설명한다.
- [0198] <7. 제7 실시 형태>
- [0199] 도 36의 A는, 본 발명의 제7 실시 형태에 따른 가변 용량 소자(81)의 개략 사시도이며, 도 36의 B는, 가변 용량 소자(81)의 단면 구성도이다. 이하에서는, 후술하는 내부 전극의 적층 방향을 z 방향, 적층 방향에 직교하는

가변 용량 소자(81)의 일 방향을 x 방향, 적층 방향에 직교하는 가변 용량 소자(81)의 다른 방향을 y 방향이라 하여 설명한다. 또한, 가변 용량 소자(81)의 xy면으로 구성되는 한쪽 면을 「상면」, xy면으로 구성되는 다른 쪽 면을 「하면」이라 하여 설명한다. 또한, 가변 용량 소자(1)의 상면 및 하면에 수직인 면을 「측면」이라 하여 설명한다.

- [0200] 도 36의 A에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태예의 가변 용량 소자(1)는 xy면이 정사각형으로 된 직육면체 부재로 구성된 가변 용량 소자 본체(82)와 6개의 외부 단자(이하, 각각 '제1 외부 단자(83a) 내지 제6 외부 단자(83f)'라 함)로 구성되어 있다.
- [0201] 제1 외부 단자(83a)는 가변 용량 소자 본체(82)의 yz면으로 구성되는 한쪽 측면에 형성되고, 제6 외부 단자(83f)는 가변 용량 소자 본체(82)의 yz면으로 구성되는 다른 쪽 측면에 형성되어 있다. 제2 외부 단자(83b) 및 제4 외부 단자(83d)는 가변 용량 소자 본체(82)의 xz면으로 구성되는 한쪽 측면에 서로 이격하여 형성되고, 제3 외부 단자(83c) 및 제5 외부 단자(83e)는 가변 용량 소자 본체(82)의 xz면으로 구성되는 다른 쪽 측면에 서로 이격하여 형성되어 있다. 그리고, xy면에서 보았을 때, 제2 외부 단자(83b)와 제3 외부 단자(83c)가 대각 상에 위치하고, 제4 외부 단자(83d)와 제5 외부 단자(83e)가 대각 상에 위치하도록 배치되어 있다.
- [0202] 또한, 제1 외부 단자(83a) 내지 제6 외부 단자(83f)는 각각 z 방향에 있어서 가변 용량 소자 본체(82)의 측면을 피복함과 함께, 가변 용량 소자 본체(82)의 상면 및 하면에 돌출되도록 형성되어 있다.
- [0203] 가변 용량 소자 본체(82)는 도 36의 B에 도시한 바와 같이, 유전체층(85)과, 유전체층(85)을 개재하여 적층된 6개의 내부 전극(88 내지 93)으로 구성되어 있다. 이하의 설명에서는, 편의상, 6개의 내부 전극을, 각각 제1 내부 전극(88) 내지 제6 내부 전극(93)이라 하여 설명한다. 본 실시 형태예의 가변 용량 소자 본체(82)는 제1 내부 전극(88) 내지 제6 내부 전극(93)이 하면으로부터 상면에 걸쳐 이 순서로 적층된 구성으로 되어 있다. 그리고, 제1 내부 전극(88)의 하층에 하부 유전체층(86)이 적층되고, 제6 내부 전극(93)의 상층에 상부 유전체층(87)이 적층된 구성으로 되어 있다.
- [0204] 도 37은, 가변 용량 소자 본체(82)를 긴 변 방향의 한쪽 측면에서 보았을 때의 분해도이다. 또한, 도 38의 A는 제1 내부 전극(88)을 상면에서 보았을 때의 평면 구성도이며, 도 38의 B는, 제1 내부 전극(88)을 한쪽 측면에서 보았을 때의 구성도이다. 또한, 도 39의 A는 제2 내부 전극(89)을 상면에서 보았을 때의 평면 구성도이며, 도 39의 B는 제2 내부 전극(89)을 한쪽 측면에서 보았을 때의 구성도이다. 또한, 도 40의 A는, 제4 내부 전극(91)을 상면에서 보았을 때의 평면 구성도이며, 도 40의 B는 제4 내부 전극(91)을 한쪽 측면에서 보았을 때의 구성도이다. 도 37 내지 도 40에서는, 유전체층(85) 및 각 내부 전극의 중심(무게 중심)을 통과하는 선을 파선으로 나타내고 있다.
- [0205] 도 37에 도시한 바와 같이, 가변 용량 소자 본체(2)는 한쪽 면에 내부 전극이 형성된 시트 형상의 유전체층(85)이 적층된 구조로 되어 있다. 이 시트 형상으로 형성된 각 유전체층(85)은 평면 형상이 정사각형으로 되고, 가변 용량 소자 본체(82)에서는, 내부 전극이 형성된 측이 상면을 향하도록, 각 유전체층(85)이 적층되어 있다.
- [0206] 또한, 본 실시 형태예에서는, 제1 내부 전극(88)의 하층 및 제6 내부 전극(93)의 상층에는, 전극이 형성되지 않은 유전체층(85)이 복수층씩 설치되어 있으며, 이 유전체층(85)이 하부 유전체층(86)과 상부 유전체층(87)을 구성하고 있다. 이 복수층의 유전체층(85)으로 구성된 하부 유전체층(86) 및 상부 유전체층(87)에 의해, 가변 용량 소자 본체(82)의 상면 및 하면에 전극이 노출되는 것을 방지할 수 있다.
- [0207] 본 실시 형태예에서는, 인가 전압에 따라서 용량이 변화하는 가변 용량 소자(1)를 구성하기 때문에, 유전체층(85)은 강유전체 재료로 구성되어 있다. 본 실시 형태예에 있어서도, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 강유전체 재료를 사용할 수 있다.
- [0208] 제1 내부 전극(88)은, 도 38의 A 및 도 38의 B에 도시한 바와 같이, 전극 본체(94)와 접속 전극(95)으로 구성되어 있다. 전극 본체(94)는 평면 형상이 정사각 형상으로 되고, 시트 형상으로 형성된 유전체층(85)의 면적, 즉, 가변 용량 소자 본체(82)의 xy면의 면적보다도 작으며, 가변 용량 소자 본체(82)의 측면에 노출되지 않도록 형성되어 있다. 또한, 전극 본체(94)는 그 무게 중심이, 유전체층(85)의 중심에 일치하도록 형성되어 있다.
- [0209] 접속 전극(95)은, 전극 본체(94)의 y 방향으로 연장되는 한쪽 변에 접속하도록 형성됨과 함께, 가변 용량 소자 본체(82)의 측면에 노출되도록 형성되어 있다. 이 접속 전극(95)의 x 방향의 폭은, 전극 본체(94)의 x 방향의 폭과 동일한 폭으로 형성되어 있다. 가변 용량 소자 본체(82)의 측면에 노출된 접속 전극(95)의 단부는, 제1 외부 단자(83a)에 전기적으로 접속되어 있다.

- [0210] 제2 내부 전극(89)은, 도 39의 A 및 도 39의 B에 도시한 바와 같이, 전극 본체(96)와, 접속 전극(97)으로 구성되어 있다. 전극 본체(96)는 제1 내부 전극(88)을 구성하는 전극 본체(94)와 동일한 크기이면서, 동일 형상으로 되고, 그 중심이 유전체층(85)의 중심에 일치하도록 형성되어 있다.
- [0211] 접속 전극(97)은, 전극 본체(96)의 x 방향으로 연장되는 변에 접속하도록 형성됨과 함께, 가변 용량 소자 본체(82)의 측면에 노출되도록 형성되어 있다. 또한, 접속 전극(97)의 y 방향의 폭은 전극 본체(96)의 y 방향의 폭보다도 충분히 작게 형성되고, 전극 본체(96)의 y 방향의 변의 한쪽 단부에 접속하여 형성되어 있다. 가변 용량 소자 본체(82)의 측면에 노출된 접속 전극(97)의 단부는, 제2 외부 단자(83b)에 전기적으로 접속되어 있다.
- [0212] 제4 내부 전극(91)은, 도 40의 A 및 도 40의 B에 도시한 바와 같이, 전극 본체(98)와, 접속 전극(99)으로 구성되어 있다. 전극 본체(98)는 제1 내부 전극(88)을 구성하는 전극 본체(94)와 동일한 크기이면서, 동일 형상으로 되고, 그 무게 중심이 유전체층(85)의 중심에 일치하도록 형성되어 있다.
- [0213] 접속 전극(99)은, 전극 본체(98)의 y 방향으로 연장되는 변에 접속하도록 형성됨과 함께, 가변 용량 소자 본체(82)의 측면에 노출되도록 형성되어 있다. 또한, 접속 전극(99)의 y 방향의 폭은 전극 본체(98)의 y 방향의 폭보다도 충분히 작게 형성되고, xy면에서 보았을 때, 제2 내부 전극(89)의 접속 전극(97)과 이격하여 배치되도록, 전극 본체(98)의 y 방향의 변의 다른 쪽 단부에 접속하여 형성되어 있다. 가변 용량 소자 본체(82)의 측면에 노출된 접속 전극(99)의 단부는, 제4 외부 단자(83d)에 전기적으로 접속되어 있다.
- [0214] 제3 내부 전극(90)은, 도 39의 A에 도시한 제2 내부 전극(89)을 전극면에 수직인 축을 중심으로 하여 180° 회전시킨 구성으로 되고, 제2 내부 전극(89)과 마찬가지로의 전극 본체(96) 및 접속 전극(97)으로 구성되어 있다. 따라서, 제3 내부 전극(90)의 접속 전극(97)은 xy면에서 보았을 때, 제2 내부 전극(89)의 접속 전극(97)과 대각의 위치에 형성된다. 그리고, 가변 용량 소자 본체(82)의 측면에 노출된 제3 내부 전극(90)의 접속 전극(97)은 제3 외부 단자(83c)에 전기적으로 접속된다.
- [0215] 제5 내부 전극(92)은, 도 40의 A에 도시한 제4 내부 전극(91)을 전극면에 수직인 축을 중심으로 하여 180° 회전시킨 구성으로 되고, 제4 내부 전극(91)과 마찬가지로의 전극 본체(98) 및 접속 전극(99)으로 구성되어 있다. 따라서, 제5 내부 전극(92)의 접속 전극(99)은 xy면에서 보았을 때, 제4 내부 전극(91)의 접속 전극(99)과 대각의 위치에 형성된다. 그리고, 가변 용량 소자 본체(82)의 측면에 노출된 제5 내부 전극(92)의 접속 전극(99)은 제5 외부 단자(83e)에 전기적으로 접속된다.
- [0216] 제6 내부 전극(93)은, 도 38의 A에 도시한 제1 내부 전극(88)을 전극면에 수직인 축을 중심으로 하여 180° 회전시킨 구성으로 되고, 제1 내부 전극(88)과 마찬가지로의 전극 본체(94) 및 접속 전극(95)으로 구성되어 있다. 따라서, 제6 내부 전극(93)의 접속 전극(95)은 xy면에서 보았을 때, 제1 내부 전극(88)의 접속 전극(95)과 대향하는 위치에 형성된다. 그리고, 가변 용량 소자 본체(82)의 측면에 노출된 제6 내부 전극(93)의 접속 전극(95)은 제6 외부 단자(83f)에 전기적으로 접속된다.
- [0217] 본 실시 형태예의 제1 내부 전극(88) 내지 제6 내부 전극(93)은 제1 실시 형태와 마찬가지로의 재료를 사용하여 형성할 수 있다.
- [0218] 본 실시 형태예의 가변 용량 소자(81)도, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 제조 공정으로 형성할 수 있다. 즉, 각 내부 전극이 형성된 유전체 시트를, 전극 형성면이 상면이 되도록 적층하여 소성 처리함으로써 가변 용량 소자 본체(82)를 형성하고, 측면의 원하는 위치에 외부 단자를 형성함으로써 본 실시 형태예의 가변 용량 소자(81)가 제작된다. 그리고, 본 실시 형태예의 가변 용량 소자(81)에서는, 제1 내부 전극(88)과 제6 내부 전극(93), 제2 내부 전극(89)과 제3 내부 전극(90), 제4 내부 전극(91)과 제5 내부 전극(92)이 각각 동일한 형상으로 되기 때문에, 그들은 동일한 마스크로 형성할 수 있다.
- [0219] 다음으로, 본 실시 형태예의 가변 용량 소자(81)를 이용한 전압 제어 회로의 일례를 설명한다. 도 41에 그 전압 제어 회로의 회로 구성을 나타낸다. 도 41에 도시한 전압 제어 회로(200)는, 예를 들어 교류 전원(201)과 정류 회로 등의 회로 사이에 설치되고, 교류 전원(201)으로부터 정류 회로 등의 회로에 입력되는 교류 전압(입력 신호)을 소정의 전압값으로 조정한다. 또한, 도 41 중의 제1 외부 단자(83a) 내지 제6 외부 단자(83f)는, 도 36 중의 제1 외부 단자(83a) 내지 제6 외부 단자(83f)에 대응한다.
- [0220] 본 실시 형태예에서는, 적층된 제1 내부 전극(88) 내지 제6 내부 전극(93)은, 각각 서로 다른 외부 단자(제1 외부 단자(83a) 내지 제6 외부 단자(83f))에 접속된다. 따라서, 제1 내부 전극(88)과 제2 내부 전극(89) 사이에 제1 콘덴서 C1이 형성된다. 또한, 제2 내부 전극(89)과 제3 내부 전극(90) 사이에 제2 콘덴서 C2가 형성된다.

또한, 제3 내부 전극(90)과 제4 내부 전극(91) 사이에 제3 콘텐서 C3이 형성된다. 또한, 제4 내부 전극(91)과 제5 내부 전극(92) 사이에 제4 콘텐서 C4가 형성된다. 또한, 제5 내부 전극(92)과 제6 내부 전극(93) 사이에 제5 콘텐서 C5가 형성된다. 그리고, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자(81)는, 제1 콘텐서 C1 내지 제5 콘텐서 C5가 이 순서로 직렬 접속한 회로로 된다.

[0221] 본 실시 형태에에서는, 제2 콘텐서 C2, 제3 콘텐서 C3 및 제4 콘텐서 C4를 가변 용량 콘텐서로서 이용하고, 제1 콘텐서 C1 및 제5 콘텐서 C5를, DC 제거용 콘텐서로서 이용한다. 그로 인해, 가변 용량 소자(81)의 제1 외부 단자(83a)는 교류 전원(201)의 한쪽 출력 단자에 접속되고, 제6 외부 단자(83f)는 교류 전원(201)의 다른 쪽 출력 단자에 접속된다. 즉, 제1 콘텐서 C1 내지 제5 콘텐서 C5를 포함하는 직렬 회로는, 교류 전원(201)에 대하여 병렬로 접속된다. 또한, 도 41에는 도시하지 않았지만, 교류 전원(201)으로부터의 신호가 입력되는 정류 회로 등의 회로는, 가변 용량 소자(81)의 제1 외부 단자(83a) 및 제6 외부 단자(83f) 간에 병렬 접속된다.

[0222] 또한, 제2 외부 단자(83b), 제4 외부 단자(83d)를 각각 DC 제거용 저항(203, 205)을 개재하여 제어 전원(202)의 부극 단자에 접속한다. 또한, 제3 외부 단자(83c) 및 제5 외부 단자(83e)를 각각 DC 제거용 저항(204, 206)을 개재하여 제어 전원(202)의 정극 단자에 접속한다. 즉, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자(81)에서는, 제어 전원(202)은 제2 콘텐서 C2, 제3 콘텐서 C3 및 제4 콘텐서 C4에 대하여 각각 병렬로 접속된다. 그리고, 제2 콘텐서 C2, 제3 콘텐서 C3 및 제4 콘텐서 C4 각각의 용량은, 제어 전원(202)으로부터 입력되는 직류 신호(제어 신호)에 의해 조정된다.

[0223] 또한, DC 제거용 콘텐서로서 이용하는 제1 콘텐서 C1 및 제5 콘텐서 C5와, 3개의 DC 제거용 저항은, 제어 전원(202)으로부터 흐르는 직류 바이어스 전류와, 교류 전원(201)으로부터의 교류 전류와의 간섭에 의한 영향을 억제하기 위해 설치된다. 또한, 본 실시 형태에에서는, DC 제거용 저항 대신에 DC 제거용 인덕턴스(코일)를 이용하여도 된다.

[0224] 본 실시 형태에에서는, 각 콘텐서를 구성하는 내부 전극의 형상이나, 그 내부 전극에 대한 유전체층의 형상이 각각 대칭성이 높은 형상으로 되어 있다. 따라서, 가변 용량 소자(81)의 용량 가변율의 향상이나, 정전 용량의 향상 등, 전기적 특성의 향상이 도모된다.

[0225] [변형예 7-1]

[0226] 다음으로, 변형예 7-1에 따른 가변 용량 소자에 대하여 설명한다. 변형예 7-1의 가변 용량 소자에서는, 그 외관 구성, 단면 구성 및 회로 구성은, 제7 실시 형태에서 도시한 도 36의 A, 도 36의 B 및 도 41과 마찬가지로이기 때문에, 도시를 생략하고, 중복 설명을 생략한다.

[0227] 도 42는, 변형예 7-1에 따른 가변 용량 소자의 가변 용량 소자 본체(110)를 긴 변 방향의 한쪽 측면에서 보았을 때의 분해도이다. 변형예 7-1은, 제4 내부 전극(91) 및 제5 내부 전극(92)을 제2 내부 전극(89) 및 제3 내부 전극(90)을 제조할 때 사용하는 마스크를 이용하여 형성하는 예이다. 도 42에 있어서, 도 37에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다.

[0228] 변형예 7-1에서는, 제4 내부 전극(91)은, 도 39의 A에 도시한 제2 내부 전극(89)을 전극 본체(96)의 무게 중심을 통과하고, 전극 본체(96)의 평면에 수평인 x 방향의 축을 중심으로 하여 180° 회전시킨 구성으로 되어 있다. 즉, 도 39의 A에 도시한 제2 내부 전극(89)을 x 방향의 축을 중심으로 뒤집은 구성으로 되어 있다. 따라서, 제4 내부 전극(91)의 접속 전극(97)은 xy면에서 보았을 때, 제2 내부 전극(89)의 접속 전극(97)과 이격하여 배치된다. 그리고, 제7 실시 형태와 마찬가지로, 제4 내부 전극(91)의 접속 전극(97)에는 제4 외부 단자(83d)가 접속된다.

[0229] 제5 내부 전극(92)은, 도 39의 A에 도시한 제2 내부 전극(89)을 전극 본체(96)의 무게 중심을 통과하는 y 방향의 축을 중심으로 하여 180° 회전시키면서, 전극 본체(96)의 무게 중심을 통과하는 x 방향의 축을 중심으로 하여 180° 회전시킨 구성으로 되어 있다. 즉, 변형예 7-1의 제5 내부 전극(92)은 제7 실시 형태에 있어서의 제3 내부 전극(90)을 y 방향의 축을 중심으로 뒤집은 구성으로 되어 있다. 그리고, 제7 실시 형태와 마찬가지로, 제5 내부 전극(92)의 접속 전극(97)에는, 제5 외부 단자(83e)가 접속된다.

[0230] 변형예 7-1에서는, 제2 내부 전극(89) 내지 제4 내부 전극(91)을 동일한 마스크로 형성하고, 각 내부 전극이 형성된 시트 형상의 유전체층을, 회전, 및/또는 뒤집으면서 적층함으로써, 도 36과 마찬가지로의 가변 용량 소자(81)를 형성할 수 있다. 구체적으로는, 도 42에 도시한 바와 같이, 제1 내부 전극(88) 내지 제3 내부 전극(90)은 그 전극면이 상면을 향하도록 적층하고, 제4 내부 전극(91) 내지 제6 내부 전극(93)은 그 전극면이 하면을 향하도록 적층한다. 또한, 제3 내부 전극(90)이 형성된 유전체층(85)과 제4 내부 전극(91)이 형성된 유전체층

(85)의 사이에는, 전극이 형성되지 않은 유전체층(85)을 사이에 끼움으로써, 제3 내부 전극(90)과 제4 내부 전극(91)의 사이에 유전체층(85)을 형성한다.

- [0231] 이와 같이, 동일 마스크로 형성한 제2 내부 전극(89) 내지 제4 내부 전극(91)을 회전, 및/또는 뒤집으면서 적층 시킴으로써, 각각의 접속 전극(97)이 가변 용량 소자 본체의 측면의 서로 다른 위치에 노출되도록 구성할 수 있다. 그리고, 이들 접속 전극(97)에 각각의 외부 단자를 접속함으로써, 각각의 내부 전극에 서로 다른 전위를 공급할 수 있고, 제7 실시 형태와 마찬가지로, 내부 전극의 적층 방향으로 직렬 접속된 콘덴서를 구성할 수 있다.
- [0232] 이와 같이, 변형예 7-1에서는, 제2 내부 전극(89) 내지 제5 내부 전극(92)을 동일한 마스크로 형성할 수 있기 때문에, 비용의 저감이 도모된다. 그 밖에, 제7 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻는다.
- [0233] [변형예 7-2]
- [0234] 다음으로, 변형예 7-2에 따른 가변 용량 소자에 대하여 설명한다. 변형예 7-2의 가변 용량 소자는, 그 외관 구성, 단면 구성 및 회로 구성은, 제7 실시 형태에서 도시한 도 36의 A, 도 36의 B 및 도 41과 마찬가지로이기 때문에, 도시를 생략하고, 중복 설명을 생략한다.
- [0235] 도 43은, 변형예 7-2에 따른 가변 용량 소자의 가변 용량 소자 본체(111)를 긴 변 방향의 한쪽 측면에서 보았을 때의 분해도이다. 변형예 7-2에서는, 제1 내부 전극(88)의 하층 및 제6 내부 전극(93)의 상층에 응력 제어부(100, 101)를 설치하는 예이다. 도 43에 있어서, 도 37에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다.
- [0236] 도 43에 도시한 바와 같이, 변형예 7-2에서는, 제1 내부 전극(88)의 하층에, 제1 응력 제어부(100)가 형성되고, 제6 내부 전극(93)의 상층에 제2 응력 제어부(101)가 형성되어 있다.
- [0237] 제1 응력 제어부(100)는, 유전체층(85)을 개재하여 복수 적층된 제1 내부 전극(88)으로 구성되고, 제1 응력 제어부(100)를 구성하는 제1 내부 전극(88)은 제1 콘덴서 C1을 구성하는 제1 내부 전극(88)과 마찬가지로, 제1 외부 단자(83a)에 접속되어 있다. 따라서, 제1 콘덴서 C1을 구성하는 제1 내부 전극(88)과 제1 응력 제어부(100)를 구성하는 제1 내부 전극(88)은 동일 전위로 되기 때문에, 이 전극 간에 콘덴서는 형성되지 않는다. 또한, 제1 응력 제어부(100)에 형성되는 복수의 제1 내부 전극(88)도 동일 전위로 되기 때문에, 제1 응력 제어부(100)에서는 콘덴서가 형성되지 않는다.
- [0238] 제2 응력 제어부(101)는, 유전체층(85)을 개재하여 복수 적층된 제6 내부 전극(93)으로 구성되고, 제2 응력 제어부(101)를 구성하는 제6 내부 전극(93)은 제5 콘덴서 C5를 구성하는 제6 내부 전극(93)과 마찬가지로, 제6 외부 단자(83f)에 접속되어 있다. 따라서, 제5 콘덴서 C5를 구성하는 제6 내부 전극(93)과, 제2 응력 제어부(101)를 구성하는 제6 내부 전극(93)은 동일 전위로 되기 때문에, 이 전극 간에 콘덴서는 형성되지 않는다. 또한, 제2 응력 제어부(101)에 형성되는 복수의 제6 내부 전극(93)도 동일 전위로 되기 때문에, 제2 응력 제어부(101)에서는 콘덴서가 형성되지 않는다.
- [0239] 변형예 7-2의 가변 용량 소자에서는, 제1 응력 제어부(100) 및 제2 응력 제어부(101)에 있어서도, 전극 재료와 유전체 재료의 소성 시의 수축률의 차이에 의해, 잔류 응력이 발생하고 있다. 따라서, 제1 응력 제어부(100) 및 제2 응력 제어부(101)에 의해, 잔류 응력이 증가하기 때문에, 응력 제어부를 형성하지 않은 경우에 비교하여 용량값의 증가 및 용량 가변율의 증가를 도모할 수 있다.
- [0240] 그 밖에, 제7 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.
- [0241] <8. 제8 실시 형태>
- [0242] 도 44의 A는, 본 발명의 제8 실시 형태에 따른 가변 용량 소자(121)의 개략 사시도이며, 도 44의 B는, 가변 용량 소자(121)의 단면 구성도이다. 도 44의 A 및 도 44의 B에 있어서, 도 36의 A 및 도 36의 B에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고 중복 설명을 생략한다.
- [0243] 도 44의 A에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태예의 가변 용량 소자(121)는 xy면이 정사각형으로 된 직육면체 부재로 구성된 가변 용량 소자 본체(122)와 10개의 외부 단자(이하, 각각 '제1 외부 단자(129a) 내지 제10 외부 단자(129j)'라 함)로 구성되어 있다.
- [0244] 제1 외부 단자(129a) 내지 제10 외부 단자(129j)는, 가변 용량 소자 본체(122)의 4개의 측면에 서로 이격하여 배치되어 있다. 또한, 제1 외부 단자(129a)와 제8 외부 단자(129h), 제2 외부 단자(129b)와 제3 외부 단자

(129c), 제9 외부 단자(129i)와 제10 외부 단자(129j)는, 각각 xy면에서 보았을 때 대향하는 위치에 배치되어 있다. 또한, 제4 외부 단자(129d)와 제7 외부 단자(129g), 제5 외부 단자(129e)와 제6 외부 단자 f는, 각각, xy면에서 보았을 때 대향하는 위치에 배치되어 있다.

[0245] 그리고, 제1 외부 단자(129a) 내지 제10 외부 단자(129j)는, 각각 z 방향에 있어서 가변 용량 소자 본체(122)의 측면을 피복함과 함께, 가변 용량 소자 본체(122)의 상면 및 하면에 돌출되도록 형성되어 있다.

[0246] 가변 용량 소자 본체(122)는, 도 44의 B에 도시한 바와 같이, 유전체층(85)과, 유전체층(85)을 개재하여 적층된 6개의 내부 전극(123 내지 128)으로 구성되어 있다. 이하의 설명에서는, 편의상, 3개의 내부 전극을, 각각 제1 내부 전극(123) 내지 제6 내부 전극(128)이라 하여 설명한다. 본 실시 형태예의 가변 용량 소자 본체(122)는 제1 내부 전극(123) 내지 제6 내부 전극(128)이 하면으로부터 상면에 걸쳐 이 순서로 적층된 구성으로 되어 있다.

[0247] 도 45는, 가변 용량 소자 본체(122)를 긴 변 방향의 한쪽 측면에서 보았을 때의 분해도이다. 또한, 도 46의 A는, 제1 내부 전극(123)을 상면에서 보았을 때의 평면 구성도이며, 도 46의 B는, 제1 내부 전극(123)을 한쪽 측면에서 보았을 때의 구성도이다. 또한, 도 47의 A는, 제2 내부 전극(124)을 상면에서 보았을 때의 평면 구성도이며, 도 47의 B는, 제2 내부 전극(124)을 한쪽 측면에서 보았을 때의 구성도이다. 또한, 도 48의 A는, 제4 내부 전극(126)을 상면에서 보았을 때의 평면 구성도이며, 도 48의 B는, 제4 내부 전극(126)을 한쪽 측면에서 보았을 때의 구성도이다. 도 45 내지 도 48에서는, 유전체층(85) 및 각 내부 전극의 중심(무게 중심)을 통과하는 선을 파선으로 나타내고 있다.

[0248] 도 45에 도시한 바와 같이, 가변 용량 소자 본체(122)는 한쪽 면에 내부 전극이 형성된 시트 형상의 유전체층(85)이 적층된 구조로 되어 있다. 이 시트 형상으로 형성된 각 유전체층(85)은 평면 형상이 정사각형으로 되고, 가변 용량 소자 본체(122)에서는, 내부 전극이 형성된 측이 상면을 향하도록 각 유전체층(85)이 적층되어 있다.

[0249] 제1 내부 전극(123)은, 도 46의 A 및 도 46의 B에 도시한 바와 같이, 전극 본체(130)와 접속 전극(131)으로 구성되어 있다. 전극 본체(130)는 평면 형상이 원 형상으로 되고, 시트 형상으로 형성된 유전체층(85)의 면적, 즉 가변 용량 소자 본체(122)의 xy면의 면적보다도 작으며, 가변 용량 소자 본체(122)의 측면에 노출되지 않도록 형성되어 있다. 또한, 전극 본체(130)는 그 무게 중심이, 유전체층(85)의 중심에 일치하도록 형성되어 있다.

[0250] 접속 전극(131)은, 전극 본체(130)에 접속되고, 전극 본체(130)의 원주 방향으로 등간격으로 3개 형성되어 있다. 또한, 각각의 접속 전극(131)은, 원 형상으로 형성된 전극 본체(130)의 직경보다도 작은 폭을 갖는 띠 형상으로 형성되어 있다. 즉, 본 실시 형태예에 있어서의 제1 내부 전극(123)은 도 32에 도시한 제6 실시 형태에 따른 내부 전극(67)의 구성과 마찬가지로 구성되어 있다.

[0251] 제1 내부 전극(123)을 구성하는 3개의 접속 전극(131)은, 각각 가변 용량 소자 본체(122)의 측면에 노출되고, 각각 서로 다른 제1 외부 단자(129a) 내지 제3 외부 단자(129c)에 접속된다.

[0252] 제2 내부 전극(124)은, 도 47의 A 및 도 48의 B에 도시한 바와 같이, 전극 본체(132)와, 접속 전극(133)으로 구성되어 있다. 전극 본체(132)는 제1 내부 전극(123)을 구성하는 전극 본체(130)와 동일한 크기이면서, 동일 형상으로 되고, 그 무게 중심이 유전체층(85)의 중심에 일치하도록 형성되어 있다.

[0253] 접속 전극(133)은, 전극 본체(132)에 접속되고, 전극 본체(132)의 무게 중심(중심)을 통과하는 직선상에 배치되어 있다. 그리고, 접속 전극(133)은 가변 용량 소자 본체(122)의 xz면으로 구성되는 측면의 중심으로부터 벗어난 위치에 노출되도록 형성되어 있다. 또한, 접속 전극(133)은 원 형상으로 형성된 전극 본체(132)의 직경보다도 작은 폭을 갖는 띠 형상으로 형성되어 있다. 즉, 본 실시 형태예에 있어서의 제2 내부 전극(124)은 도 12에 도시한 변형예 2-2에 따른 내부 전극(20)과 마찬가지로 구성되어 있다. 그리고, 제2 내부 전극(124)을 구성하는 접속 전극(133)은 가변 용량 소자 본체(122)의 xz면으로 구성되는 한쪽 측면에 노출되고, 그 단부가 제4 외부 단자(129d)에 전기적으로 접속되어 있다.

[0254] 제4 내부 전극(126)은, 도 48의 A 및 도 48의 B에 도시한 바와 같이, 전극 본체(134)와, 접속 전극(135)으로 구성되어 있다. 전극 본체(134)는 제1 내부 전극(123)을 구성하는 전극 본체(130)와 동일한 크기이면서, 동일 형상으로 되고, 그 무게 중심이 유전체층(85)의 중심에 일치하도록 형성되어 있다.

[0255] 접속 전극(135)은, 전극 본체(134)에 접속되고, 전극 본체(134)의 무게 중심(중심)을 통과하는 직선상에 배치되어 있다. 그리고, 접속 전극(135)은 가변 용량 소자 본체(122)의 xz면으로 구성되는 측면의 중심으로부터 벗어

난 위치에 노출되도록 형성되어 있다. 또한, 접속 전극(135)은 원 형상으로 형성된 전극 본체(134)의 직경보다도 작은 폭을 갖는 띠 형상으로 형성되어 있다. 즉, 본 실시 형태에 있어서의 제4 내부 전극(126)도, 제2 내부 전극(124)과 마찬가지로, 도 12에 도시한 변형예 2-2에 따른 내부 전극(20)과 마찬가지로의 구성으로 되어 있다.

[0256] 또한, 본 실시 형태에에서는, 제4 내부 전극(126)의 접속 전극(135)은 전극 본체(134)의 무게 중심을 통과하는 y 방향의 축에 대하여 제2 내부 전극(124)의 접속 전극(133)과 선 대칭으로 되도록 형성되어 있다. 그리고, 제4 내부 전극(126)을 구성하는 접속 전극(135)은 가변 용량 소자 본체(122)의 xz면으로 구성되는 한쪽 측면에 노출되고, 그 단부가 제6 외부 단자(129f)에 전기적으로 접속되어 있다.

[0257] 제3 내부 전극(125)은, 도 46의 A에 도시한 제2 내부 전극(124)을 전극 본체(132)의 무게 중심을 통과하는 z 방향의 축을 중심으로 하여 180° 회전시킨 구성으로 되고, 제2 내부 전극(124)과 마찬가지로의 전극 본체(132) 및 접속 전극(133)으로 구성되어 있다. 따라서, 제3 내부 전극(125)의 접속 전극(133)은 xy면에서 보았을 때, 제2 내부 전극(124)의 접속 전극(133)과 대각의 위치에 형성된다. 그리고, 가변 용량 소자 본체(122)의 측면에 노출된 제3 내부 전극(125)의 접속 전극(133)은 제5 외부 단자(129e)에 전기적으로 접속된다.

[0258] 제5 내부 전극(127)은, 도 47의 A에 도시한 제4 내부 전극(126)을 전극 본체(134)의 무게 중심을 통과하는 z 방향의 축을 중심으로 하여 180° 회전시킨 구성으로 되고, 제4 내부 전극(126)과 마찬가지로의 전극 본체(134) 및 접속 전극(135)으로 구성되어 있다. 따라서, 제5 내부 전극(127)의 접속 전극(135)은 xy면에서 보았을 때, 제4 내부 전극(126)의 접속 전극(135)과 대각의 위치에 형성된다. 그리고, 가변 용량 소자 본체(122)의 측면에 노출된 제5 내부 전극(127)의 접속 전극(135)은 제7 외부 단자(129g)에 전기적으로 접속된다.

[0259] 제6 내부 전극(128)은, 도 46의 A에 도시한 제1 내부 전극(123)을 전극 본체(130)의 무게 중심을 통과하는 z 방향의 축을 중심으로 하여 180° 회전시킨 구성으로 되고, 제1 내부 전극(123)과 마찬가지로의 전극 본체(130) 및 접속 전극(131)으로 구성되어 있다. 따라서, 제6 내부 전극(128)의 3개의 접속 전극(131)은 xy면에서 보았을 때, 제1 내부 전극(123)의 3개의 접속 전극(131)과 각각 대향하는 위치에 형성된다. 그리고, 가변 용량 소자 본체(122)의 측면에 노출된 제6 내부 전극(128)의 3개의 접속 전극(131)은, 각각 제8 외부 단자(129h) 내지 제10 외부 단자(129j)에 전기적으로 접속된다.

[0260] 본 실시 형태에의 제1 내부 전극(123) 내지 제6 내부 전극(128)은 제1 실시 형태와 마찬가지로의 재료를 사용하여 형성할 수 있다.

[0261] 본 실시 형태에의 가변 용량 소자(121)도, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 제조 공정으로 형성할 수 있다. 즉, 각 내부 전극이 형성된 유전체 시트를, 전극 형성면이 상면이 되도록 적층하여 소성 처리함으로써 가변 용량 소자 본체를 형성하고, 측면의 원하는 위치에 외부 단자를 형성함으로써 본 실시 형태에의 가변 용량 소자가 제작된다. 그리고, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자(121)에서는, 제1 내부 전극(123)과 제6 내부 전극(128), 제2 내부 전극(124)과 제3 내부 전극(125), 제4 내부 전극(126)과 제5 내부 전극(127)이 각각 동일한 형상으로 되기 때문에, 동일한 마스크로 형성할 수 있다.

[0262] 도 49는, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자(121)의 제1 내부 전극(123) 내지 제6 내부 전극(128)을 상면에서 투과하여 본 경우의 구성도이다. 도 49에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태에에서는, 제1 내부 전극(123) 내지 제6 내부 전극(128)에 있어서의 모든 접속 전극이, 적층 방향으로 겹치지 않도록 배치되어 있다. 이로 인해, 적층하는 접속 전극 간에서는 용량이 형성되지 않는다.

[0263] 다음으로, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자(121)를 이용한 전압 제어 회로의 일례를 설명한다. 도 50에 그 전압 제어 회로(207)의 회로 구성을 나타낸다. 도 50에 있어서, 도 41에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다.

[0264] 본 실시 형태에에서는, 적층된 제1 내부 전극(123) 내지 제6 내부 전극(128)은 각각 서로 다른 외부 단자(제1 외부 단자(129a) 내지 제10 외부 단자(129j))에 접속된다. 따라서, 제1 내부 전극(123)과 제2 내부 전극(124) 사이에 제1 콘덴서 C1이 형성된다. 또한, 제2 내부 전극(124)과 제3 내부 전극(125) 사이에 제2 콘덴서 C2가 형성된다. 또한, 제3 내부 전극(125)과 제4 내부 전극(126) 사이에 제3 콘덴서 C3이 형성된다. 또한, 제4 내부 전극(126)과 제5 내부 전극(127) 사이에 제4 콘덴서 C4가 형성된다. 또한, 제5 내부 전극(127)과 제6 내부 전극(128) 사이에 제5 콘덴서 C5가 형성된다. 그리고, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자(121)는 제1 콘덴서 C1 내지 제5 콘덴서 C5가 이 순서로 직렬 접속한 회로로 된다.

[0265] 본 실시 형태에에서는, 제2 콘덴서 C2, 제3 콘덴서 C3 및 제4 콘덴서 C4를 가변 용량 콘덴서로서 이용하고, 제1

콘텐츠 C1 및 제5 콘텐츠 C5를, DC 제거용 콘텐츠로서 이용한다. 그로 인해, 제1 내부 전극(123)에 접속되는 제1 외부 단자(129a) 내지 제3 외부 단자(129c)는 교류 전원(201)의 한쪽 출력 단자에 접속된다. 한편, 제6 내부 전극(128)에 접속되는 제8 외부 단자(129h) 내지 제10 외부 단자(129j)는 교류 전원(201)의 다른 쪽 출력 단자에 접속된다.

[0266] 또한, 제4 외부 단자(129d), 제6 외부 단자(129f)를 각각 DC 제거용 저항(203, 205)을 개재하여 제어 전원(202)의 부극 단자에 접속한다. 또한, 제5 외부 단자(129e) 및 제7 외부 단자(129g)를 각각 DC 제거용 저항(204, 206)을 개재하여 제어 전원(202)의 정극 단자에 접속한다. 즉, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자(121)에서는, 제어 전원(202)은 제2 콘텐츠 C2, 제3 콘텐츠 C3 및 제4 콘텐츠 C4에 대하여 각각 병렬로 접속된다. 그리고, 제2 콘텐츠 C2, 제3 콘텐츠 C3 및 제4 콘텐츠 C4의 각각의 용량은, 제어 전원(202)으로부터 입력되는 직류 신호(제어 신호)에 의해 조정된다.

[0267] 본 실시 형태에에서는, 제1 내부 전극(123) 및 제6 내부 전극(128)에는 각각 3개의 접속 전극으로부터 교류 전원의 신호가 입력된다. 따라서, 교류 전원으로부터 입력되는 신호에 대한 내압이 향상된다.

[0268] 그 밖에, 제7 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다. 또한, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자에 있어서도, 제7 실시 형태에 따른 변형예 7-2와 마찬가지로 하여, 응력 제어부를 설치하는 구성으로 할 수 있다.

[0269] [변형예 8-1]

[0270] 다음으로, 변형예 8-1에 따른 가변 용량 소자에 대하여 설명한다. 변형예 8-1의 가변 용량 소자에서는, 그 외관 구성, 단면 구성 및 회로 구성은, 제8 실시 형태에서 도시한 도 44의 A, 도 44의 B 및 도 50과 마찬가지로이기 때문에, 도시를 생략하고, 중복 설명을 생략한다.

[0271] 도 51은, 변형예 8-1에 따른 가변 용량 소자의 가변 용량 소자 본체(140)를 긴변 방향의 한쪽 측면에서 보았을 때의 분해도이다. 변형예 8-1은, 제4 내부 전극(126) 및 제5 내부 전극(127)을 제2 내부 전극(124) 및 제3 내부 전극(125)을 제조할 때 사용하는 마스크를 이용하여 형성하는 예이다. 도 51에 있어서, 도 45에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다.

[0272] 변형예 8-1에서는, 제4 내부 전극(126)은 도 47의 A에 도시한 제2 내부 전극(124)을 전극 본체(132)의 무게 중심을 통과하는 y 방향의 축을 중심으로 하여 180° 회전시킨 구성으로 되어 있다. 즉, 제4 내부 전극(126)은 도 47의 A에 도시한 제2 내부 전극(124)을 y 방향의 축을 중심으로 뒤집은 구성으로 되어 있다. 따라서, 제4 내부 전극(126)의 접속 전극(133), xy면에서 보았을 때, 제2 내부 전극(124)의 접속 전극(133)과 이격하여 배치된다. 그리고, 제8 실시 형태와 마찬가지로, 제4 내부 전극(126)의 접속 전극(133)에는 제6 외부 단자(129f)가 접속된다.

[0273] 제5 내부 전극(127)은 도 47의 A에 도시한 제2 내부 전극(124)을 전극 본체(132)의 무게 중심을 통과하는 y 방향의 축을 중심으로 하여 180° 회전시키면서, 전극 본체(132)의 무게 중심을 통과하는 z 방향의 축을 중심으로 하여 180° 회전시킨 구성으로 되어 있다. 즉, 제5 내부 전극(127)은 제8 실시 형태에 있어서의 제3 내부 전극(125)을 y 방향의 축을 중심으로 뒤집은 구성으로 되어 있다. 그리고, 제8 실시 형태와 마찬가지로, 제5 내부 전극(127)의 접속 전극(133)에는 제7 외부 단자(129g)가 접속된다.

[0274] 변형예 8-1에서는, 제2 내부 전극(124) 내지 제5 내부 전극(127)을 동일한 마스크로 형성하고, 각 내부 전극이 형성된 시트 형상의 유전체층을, 회전, 및/또는 뒤집으면서 적층함으로써, 도 44의 B와 마찬가지로의 가변 용량 소자(121)를 형성할 수 있다. 구체적으로는, 도 51에 도시한 바와 같이, 제1 내부 전극(123) 내지 제3 내부 전극(125)은 그 전극면이 상면을 향하도록 적층하고, 제4 내부 전극(126) 내지 제6 내부 전극(128)은 그 전극면이 하면을 향하도록 적층한다. 또한, 제3 내부 전극(125)이 형성된 유전체층(85)과 제4 내부 전극(126)이 형성된 유전체층(85)의 사이에는, 전극이 형성되지 않은 유전체층(85)을 끼움으로써, 제3 내부 전극(125)과 제4 내부 전극(126)의 사이에 유전체층(85)을 형성한다.

[0275] 이와 같이, 변형예 8-1에서는, 제2 내부 전극(124) 내지 제5 내부 전극(127)을 동일한 마스크로 형성할 수 있기 때문에, 비용의 저감이 도모된다. 그 밖에, 제8 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻는다.

[0276] 또한, 변형예 8-1의 가변 용량 소자에 있어서도, 제7 실시 형태에 변형예 7-2에 따른 가변 용량 소자와 같이, 응력 제어부를 설치하는 예로 할 수 있다.

[0277] <9. 제9 실시 형태>

- [0278] 도 52의 A는, 본 발명의 제9 실시 형태에 따른 가변 용량 소자(141)의 개략 사시도이며, 도 52의 B는, 가변 용량 소자(141)의 단면 구성도이다. 본 실시 형태에의 가변 용량 소자(141)는, 제1 내부 전극(144) 및 제6 내부 전극(149)의 구성만이, 제7 실시 형태에 있어서의 가변 용량 소자(121)와 상이한 예이다. 도 52의 A 및 도 52의 B에 있어서, 도 36의 A 및 도 36의 B에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고 중복 설명을 생략한다.
- [0279] 도 52의 A에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자(141)는xy면이 정사각형으로 된 직육면체 부재로 구성된 가변 용량 소자 본체(142)와 8개의 외부 단자(이하, 각각 '제1 외부 단자(143a) 내지 제8 외부 단자(143h)'라 함)로 구성되어 있다.
- [0280] 제1 외부 단자(143a) 내지 제8 외부 단자(143h)는 가변 용량 소자 본체(142)의 4개의 측면에 서로 이격하여 배치되어 있다. 또한, 제1 외부 단자(143a)와 제2 외부 단자(143b)는 제3 외부 단자(143c)와 제6 외부 단자(143f), 제4 외부 단자(143d)와 제5 외부 단자(143e), 제7 외부 단자(143g)와 제8 외부 단자(143h)는 xy면에서 보았을 때 대향하는 위치에 배치되어 있다.
- [0281] 그리고, 제1 외부 단자(143a) 내지 제8 외부 단자(143h)는 각각 z 방향에 있어서 가변 용량 소자 본체(142)의 측면을 피복함과 함께, 가변 용량 소자 본체(142)의 상면 및 하면에 돌출되도록 형성되어 있다.
- [0282] 가변 용량 소자 본체(142)는 도 52의 B에 도시한 바와 같이, 유전체층(85)과, 유전체층(85)을 개재하여 적층된 6개의 내부 전극으로 구성되어 있다. 이하의 설명에서는, 편의상, 6개의 내부 전극을, 각각 제1 내부 전극(144) 내지 제6 내부 전극(149)이라 하여 설명한다. 본 실시 형태에의 가변 용량 소자 본체(142)는 제1 내부 전극(144) 내지 제6 내부 전극(149)이 하면으로부터 상면에 걸쳐 이 순서로 적층된 구성으로 되어 있다.
- [0283] 도 53은, 가변 용량 소자 본체(142)를 긴 변 방향의 한쪽 측면에서 보았을 때의 분해도이다. 또한, 도 54의 A는, 제1 내부 전극(144)을 상면에서 보았을 때의 평면 구성도이며, 도 53의 B는, 제1 내부 전극(144)을 한쪽 측면에서 보았을 때의 구성도이다.
- [0284] 제1 내부 전극(144)은, 도 54의 A 및 도 54의 B에 도시한 바와 같이, 전극 본체(150)와 2개의 접속 전극(151)과, 더미 전극(152)으로 구성되어 있다. 전극 본체(150)는 평면 형상이 원 형상으로 되고, 시트 형상으로 형성된 유전체층(85)의 면적, 즉 가변 용량 소자 본체(142)의 xy면의 면적보다도 작으며, 가변 용량 소자 본체(142)의 측면에 노출되지 않도록 형성되어 있다. 또한, 전극 본체(150)는 그 무게 중심이, 유전체층(85)의 중심에 일치하도록 형성되어 있다.
- [0285] 접속 전극(151)과 더미 전극(152)은 전극 본체(150)의 원주 방향으로 거의 등간격으로 형성되어 있다. 또한, 2개의 접속 전극(151)은 가변 용량 소자 본체(142)가 대향하는 측면에 노출되도록 형성되어 있다. 또한, 더미 전극(152)은 가변 용량 소자 본체(142)의 측면을 향해 형성되고, 측면에 노출되지 않도록 형성되어 있다. 그리고, 이들 접속 전극(151) 및 더미 전극(152)은 전극 본체(150) 측으로부터, 가변 용량 소자 본체(142)의 측면측을 향해 광폭이 되도록 형성되어 있다. 그리고, 제1 내부 전극(144)을 구성하는 2개의 접속 전극(151) 중 한쪽은, 제1 외부 단자(143a)에 접속되고, 다른 쪽은 제2 외부 단자(143b)에 접속된다.
- [0286] 제6 내부 전극(149)은 도 54의 A에 도시한 제1 내부 전극(144)을 전극 본체(150)의 무게 중심을 통과하고, z 방향의 축을 중심으로 하여 180° 회전시킨 구성으로 되고, 제1 내부 전극(144)과 마찬가지로의 전극 본체(150), 접속 전극(151) 및 더미 전극(152)으로 구성되어 있다. 그리고, 가변 용량 소자 본체(142)의 측면에 노출된 제6 내부 전극(149)의 2개의 접속 전극(151)은, 각각 제7 외부 단자(143g), 제8 외부 단자 h에 전기적으로 접속된다.
- [0287] 그리고, 본 실시 형태에에서는, 제2 내부 전극(145) 내지 제5 내부 전극(148)은 제7 실시 형태에 있어서의 제2 내부 전극(124) 내지 제5 내부 전극(127)과 마찬가지로의 구성으로 된다. 즉, 제2 내부 전극(145) 및 제3 내부 전극(146)은, 도 47의 A 및 도 47의 B에 도시한 제2 내부 전극(124) 및 제3 내부 전극(125)과 마찬가지로 전극 본체(132)와 접속 전극(133)으로 구성된다. 또한, 제4 내부 전극(147) 및 제5 내부 전극(148)은, 도 48의 A 및 도 48의 B에 도시한 전극 본체(134) 및 접속 전극(135)으로 구성된다. 그리고, 이들 제2 내부 전극(145) 내지 제5 내부 전극(148)은, 각각 제3 외부 단자(143c) 내지 제6 외부 단자(143f)에 접속된다.
- [0288] 본 실시 형태에의 가변 용량 소자(141)도, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 제조 공정으로 형성할 수 있다. 즉, 각 내부 전극이 형성된 유전체 시트를, 전극 형성면이 상면이 되도록 적층하여 소성 처리함으로써 가변 용량 소자 본체(142)를 형성하고, 측면의 원하는 위치에 외부 단자를 형성함으로써 본 실시 형태에의 가변 용량 소자(141)가 제작된다. 그리고, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자(141)에서는, 제1 내부 전극(144)과 제6 내부 전극

(149), 제2 내부 전극(145)과 제3 내부 전극(146), 제4 내부 전극(147)과 제5 내부 전극(148)이 각각 동일한 형상으로 되기 때문에, 동일한 마스크로 형성할 수 있다.

- [0289] 도 55는, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자(141)의 제1 내부 전극(144) 내지 제6 내부 전극(149)을 상면에서 투과하여 본 경우의 구성도이다. 도 55에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태에에서는, 제1 내부 전극(144) 내지 제6 내부 전극(149)에 있어서의 모든 접속 전극이, 적층 방향으로 겹치지 않도록 배치되어 있다. 이로 인해, 적층하는 접속 전극 간에서는 용량이 형성되지 않는다.
- [0290] 다음으로, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자(141)를 이용한 전압 제어 회로의 일례를 설명한다. 도 56에 그 전압 제어 회로(208)의 회로 구성을 나타낸다. 도 56에 있어서, 도 41에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다.
- [0291] 본 실시 형태에에서는, 적층된 제1 내부 전극(144) 내지 제6 내부 전극(149)은, 각각 서로 다른 외부 단자(제1 외부 단자(143a) 내지 제8 외부 단자(143h))에 접속된다. 따라서, 제1 내부 전극(144)과 제2 내부 전극(145) 사이에 제1 콘덴서 C1이 형성된다. 또한, 제2 내부 전극(145)과 제3 내부 전극(146) 사이에 제2 콘덴서 C2가 형성된다. 또한, 제3 내부 전극(146)과 제4 내부 전극(147) 사이에 제3 콘덴서 C3이 형성된다. 또한, 제4 내부 전극(147)과 제5 내부 전극(148) 사이에 제4 콘덴서 C4가 형성된다. 또한, 제5 내부 전극(148)과 제6 내부 전극(149) 사이에 제5 콘덴서 C5가 형성된다. 그리고, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자(141)는 제1 콘덴서 C1 내지 제5 콘덴서 C5가 이 순서로 직렬 접속한 회로로 된다.
- [0292] 본 실시 형태에에서는, 제2 콘덴서 C2, 제3 콘덴서 C3 및 제4 콘덴서 C4를 가변 용량 콘덴서로서 이용하고, 제1 콘덴서 C1 및 제5 콘덴서 C5를, DC 제거용 콘덴서로서 이용한다. 그로 인해, 제1 내부 전극(144)에 접속되는 제1 외부 단자(143a), 제2 외부 단자(143b)는 교류 전원(201)의 한쪽 출력 단자에 접속된다. 한편, 제6 내부 전극(149)에 접속되는 제7 외부 단자(143g), 제8 외부 단자(143h)는 교류 전원(201)의 다른 쪽 출력 단자에 접속된다.
- [0293] 또한, 제3 외부 단자(143c), 제5 외부 단자(143e)를 각각 DC 제거용 저항(203, 205)을 개재하여 제어 전원(202)의 부극 단자에 접속한다. 또한, 제4 외부 단자(143d) 및 제6 외부 단자(143f)를, 각각 DC 제거용 저항(204, 206)을 개재하여 제어 전원(202)의 정극 단자에 접속한다. 즉, 본 실시 형태에의 가변 용량 소자(141)에서는, 제어 전원(202)은 제2 콘덴서 C2, 제3 콘덴서 C3 및 제4 콘덴서 C4에 대하여 각각 병렬로 접속된다. 그리고, 제2 콘덴서 C2, 제3 콘덴서 C3 및 제4 콘덴서 C4의 각각의 용량은, 제어 전원(202)으로부터 입력되는 직류 신호(제어 신호)에 의해 조정된다.
- [0294] 본 실시 형태에에서는, 제1 내부 전극(144) 및 제6 내부 전극(149)에는 각각 2개의 접속 전극으로부터 교류 전원의 신호가 입력된다. 따라서, 교류 전원으로부터 입력되는 신호에 대한 내압이 향상된다. 또한, 본 실시 형태에에서는, 제1 내부 전극(144) 및 제6 내부 전극(149)에 있어서, 접속 전극(151)의 외부 단자에 접속되는 측이 광폭으로 된다. 따라서, 가변 용량 소자(141)에 있어서, 내압을 더 향상시킬 수 있다. 또한, 제1 내부 전극(144) 및 제6 내부 전극(149)에 있어서, 더미 전극(152)을 형성함으로써, 내부 전극의 대칭성을 향상시켜서, 잔류 응력의 향상을 도모할 수 있다.
- [0295] 본 실시 형태에에서는, 더미 전극(152)을 설치하는 예로 하였지만, 제6 실시 형태와 마찬가지로, 3개의 접속 전극을 가변 용량 소자 본체(142)의 측면에 노출되도록 설치하고, 외부 단자에 접속하여도 된다. 이 경우에는, 교류 전원(201)에 접속되는 외부 전극의 수가 증가하기 때문에, 내압을 더 향상시킬 수 있다.
- [0296] 또한, 본 실시 형태에 따른 가변 용량 소자(141)에 있어서도, 변형예 7-2와 마찬가지로 하여, 응력 제어부를 설치하는 구성으로 하여도 된다.
- [0297] [변형예 9-1]
- [0298] 다음으로, 변형예 9-1에 따른 가변 용량 소자에 대하여 설명한다. 변형예 9-1의 가변 용량 소자는, 그 외관 구성, 단면 구성 및 회로 구성은, 제9 실시 형태에서 도시한 도 52의 A, 도 52의 B, 도 56과 마찬가지로 하기 때문에, 도시를 생략하고, 중복 설명을 생략한다.
- [0299] 도 57은, 변형예 9-1에 따른 가변 용량 소자의 가변 용량 소자 본체(153)를 긴 변 방향의 한쪽 측면에서 보았을 때의 분해도이다. 변형예 9-1은, 제4 내부 전극(147) 및 제5 내부 전극(148)을 제2 내부 전극(145) 및 제3 내부 전극(146)을 제조할 때 사용하는 마스크를 이용하여 형성하는 예이다. 도 57에 있어서, 도 53에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙이고, 중복 설명을 생략한다.

- [0300] 변형예 9-1에서는, 제4 내부 전극(147)은 제2 내부 전극(145)을 전극 본체(132)의 무게 중심을 통과하는 y 방향의 축을 중심으로 하여 180° 회전시킨 구성으로 되어 있다. 즉, 제2 내부 전극(145)을 y 방향의 축을 중심으로 뒤집은 구성으로 되어 있다. 따라서, 제4 내부 전극(147)의 접속 전극(133)은 xy면에서 보았을 때, 제2 내부 전극(145)의 접속 전극(133)과 동일한 측면에 배치되고, 서로 이격하여 배치된다. 그리고, 제9 실시 형태와 마찬가지로, 제4 내부 전극(147)의 접속 전극(133)에는 제5 외부 단자(143e)가 접속된다.
- [0301] 제5 내부 전극(148)은 제2 내부 전극(145)을 전극 본체(132)의 무게 중심을 통과하는 y 방향의 축을 중심으로 하여 180° 회전시키면서, 전극 본체(132)의 무게 중심을 통과하는 z 방향의 축을 중심으로 하여 180° 회전시킨 구성으로 되어 있다. 즉, 제5 내부 전극(148)은 제8 실시 형태에 있어서의 제3 내부 전극(146)을 y 방향의 축을 중심으로 뒤집은 구성으로 되어 있다. 그리고, 제8 실시 형태와 마찬가지로, 제5 내부 전극(148)의 접속 전극(133)에는, 제6 외부 단자(143f)가 접속된다.
- [0302] 변형예 9-1에서는, 제2 내부 전극(145) 내지 제5 내부 전극(148)을 동일한 마스크로 형성하고, 각 내부 전극이 형성된 시트 형상의 유전체층(85)을 회전 및 또는 뒤집으면서 적층함으로써, 도 52의 B와 마찬가지로의 가변 용량 소자 본체(153)를 형성할 수 있다. 구체적으로는, 도 57에 도시한 바와 같이, 제1 내부 전극(144) 내지 제3 내부 전극(146)은 그 전극면이 상면을 향하도록 적층하고, 제4 내부 전극(147) 내지 제6 내부 전극(149), 그 전극면이 하면을 향하도록 적층한다. 또한, 제3 내부 전극(146)이 형성된 유전체층(85)과 제4 내부 전극(147)이 형성된 유전체층(85)의 사이에는, 전극이 형성되지 않은 유전체층(85)을 끼움으로써, 제3 내부 전극(146)과 제4 내부 전극(147)의 사이에 유전체층(85)을 형성한다.
- [0303] 이와 같이, 변형예 9-1에서는, 제2 내부 전극(145) 내지 제5 내부 전극(148)을 동일한 마스크로 형성할 수 있기 때문에, 비용의 저감이 도모된다. 그 밖에, 제8 실시 형태와 마찬가지로의 효과를 얻는다.
- [0304] 또한, 변형예 9-1에 따른 가변 용량 소자에 있어서도, 변형예 7-2와 마찬가지로 하여, 응력 제어부를 설치하는 구성으로 하여도 된다.
- [0305] 그런데, 제1 내지 제9 실시 형태에에서는, 내부 전극의 각각에 있어서, 접속 전극의 외부 단자에 접속되는 단부의 폭을 전극 본체의 폭보다도 작게 형성하였지만 적절히 변경 가능하다. 예를 들어, DC 전압만이 인가되는 전극에 대해서는, 접속 전극에 있어서의 전기 저항이 높아도 되기 때문에, 전극 본체에 대한 접속 전극의 폭을 작게 형성하여도 되지만, AC 전류가 흐르는 전극에 대해서는, 전기 저항의 관점에서 접속 전극의 폭을 크게 형성한 쪽이 바람직하다. 또한, 잔류 응력이, 응력 제어부나 다층에 적층된 전극으로 지배되는 경우에는, 최외층의 전극의 접속 전극의 폭은 넓게 하여도 된다. 또한, 접속 전극의 전극 저항을 내리는 방법으로서, 전극 폭을 넓게 하는 것 이외에, 길이를 짧게 하거나, 두께를 두껍게 하거나 하는 등의 방법을 들 수 있지만, 이들을 조합하여 보다 바람직한 형태를 채용할 수 있다.
- [0306] 또한, 전술한 제1 내지 제9 실시 형태에에서는, 용량 소자로서 인가하는 전압에 따라서 용량이 변화하는 가변 용량 소자를 예로 들어 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 상기 제1 내지 제9 실시 형태에서 설명한 구성은, 입력 신호의 종류 및 그 신호 레벨에 관계없이 용량이 대부분 변화하지 않는 용량 소자(이하, '정용량 소자'라 함)에 대해서도 마찬가지로 적용 가능하다.
- [0307] 단, 이 경우에는, 유전체층은 비유전율이 낮은 상유전체 재료로 형성된다. 상유전체 재료로서는, 예를 들어, 종이, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리프로필렌, 폴리페닐렌술폰, 폴리스티렌, TiO_2 , $MgTiO_2$, $MgTiO_3$, $SrMgTiO_2$, Al_2O_3 , Ta_2O_5 등을 사용할 수 있다. 이러한 정용량 소자에 있어서도, 상기 제1 실시 형태의 가변 용량 소자와 마찬가지로 하여 제작할 수 있다.
- [0308] 또한, 본 발명에 적합한 정전 용량 소자의 용량 C(F)는 사용하는 주파수 f(Hz)에도 의존한다. 본 발명은 임피던스 $Z(\Omega)$ ($Z=1/2\pi fc$)가 2Ω 이상, 바람직하게는 15Ω 이상, 더 바람직하게는, 100Ω 이상으로 되는 용량 C(F)인 용량 소자에 적합하다.
- [0309] <10. 제10 실시 형태: 공진 회로>
- [0310] 다음으로, 본 발명의 제10 실시 형태에 따른 공진 회로에 대하여 설명한다. 본 실시 형태에는 본 발명의 용량 소자를 공진 회로에 적용한 예이며, 특히, 제1 실시 형태에 있어서의 가변 용량 소자(1)를 적용한 예를 나타낸다. 또한, 본 실시 형태에에서는, 공진 회로를 비접촉 IC 카드에 이용한 예를 나타낸다.
- [0311] 도 58은, 본 실시 형태에의 공진 회로를 이용한 비접촉 IC 카드(530)의 수신계 회로부의 블록 구성도이다. 또

한, 본 실시 형태에에서는, 설명을 간략화하기 위해서, 신호의 송신계(변조계) 회로부는 생략하고 있다. 송신계 회로부의 구성은, 종래의 비접촉 IC 카드 등과 마찬가지로의 구성이다.

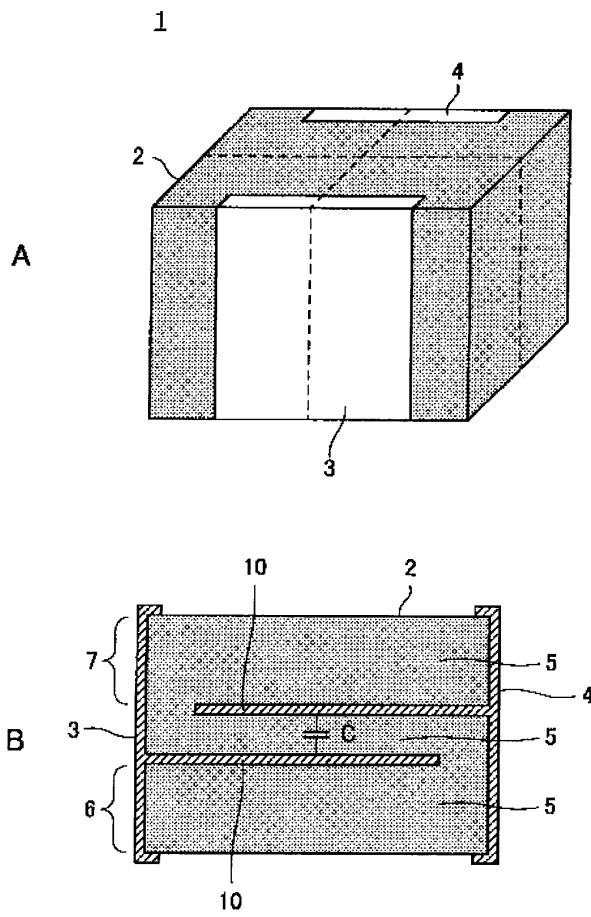
- [0312] 비접촉 IC 카드는, 도 58에 도시한 바와 같이, 수신부(531:안테나)와, 정류부(532)와, 신호 처리부(533)를 구비한다.
- [0313] 수신부(531)는 공진 코일(534) 및 공진 콘덴서(535)를 포함하는 공진 회로로 구성되고, 비접촉 IC 카드(530)의 R/W(도시생략)로부터 송신되는 신호를 이 공진 회로에 의해 수신한다. 또한, 도 58에서는, 공진 코일(534)을 그 인덕턴스 성분(534a)(L)과 저항 성분(534b)(r: 수 Ω 정도)으로 나누어 도시하고 있다.
- [0314] 공진 콘덴서(535)는 용량 Co의 콘덴서(535a)와, 수신 신호의 전압값(수신 전압값)에 따라서 용량 Cv가 변화하는 가변 용량 소자(1)가 병렬로 접속되어 있다. 즉, 본 실시 형태에서는, 종래의 안테나(공진 코일(534)과 콘덴서(535a)를 포함하는 공진 회로)에 가변 용량 소자(1)를 병렬 접속한 구성으로 된다.
- [0315] 콘덴서(535a)는 종래의 안테나와 마찬가지로, 상유전체 재료로 형성된 콘덴서를 이용한다. 상유전체 재료로 형성된 콘덴서(535a)는 비유전율이 낮으며, 입력 전압의 종류(교류 또는 직류) 및 그 전압값에 관계없이 그 용량은 거의 변화하지 않는다. 그로 인해, 콘덴서(535a)는 입력 신호에 대하여 매우 안정된 특성을 갖는다. 종래의 안테나에서는, 안테나의 공진 주파수가 어긋나지 않도록 하기 위해서, 이러한 입력 신호에 대하여 안정성이 높은 상유전체 재료로 형성된 콘덴서를 이용한다.
- [0316] 또한, 실제의 회로 상에서는, 공진 코일(534)의 인덕턴스 성분 L의 변동이나 신호 처리부(533) 내의 집적 회로의 입력 단자의 기생 용량 등에 의한 수신부(531)의 용량 변동(수 pF 정도)이 존재하고, 그 변동량은 비접촉 IC 카드(530)마다 상이하다. 그로 인해, 본 실시 형태에서는, 이들 영향을 억제(보정)하기 위해서, 콘덴서(535a)의 전극 패턴을 트리밍하여 용량 Co를 적절히 조정하고 있다.
- [0317] 정류부(532)는 정류용 다이오드(536)와 정류용 콘덴서(537)를 포함하는 반파정류 회로로 구성되며, 수신부(531)에 의해 수신한 교류 전압을 직류 전압에 정류하여 출력한다.
- [0318] 신호 처리부(533)는 주로 반도체 소자의 집적 회로(LSI: Large Scale Integration)로 구성되며, 수신부(531)에 의해 수신한 교류 신호를 복조한다. 신호 처리부(533) 내의 LSI는 정류부(532)로부터 공급되는 직류 전압에 의해 구동된다. 또한, LSI로서는, 종래의 비접촉 IC 카드와 마찬가지로의 것을 이용할 수 있다.
- [0319] 본 실시 형태에에서는, 수신부에 사용하는 가변 용량 소자(1)는 적층되는 내부 전극의 중심(무게 중심)이 적층 방향의 직선상에 배치되기 때문에, 보다 큰 잔류 응력이 얻어진다. 이에 의해, 전기적 특성이 향상되고, 보다 낮은 전압으로 큰 가변 폭이 얻어진다. 또한 가변 폭이 커지는 만큼 공진 콘덴서에의 변화 부담을 줄이기 위해 공진 콘덴서의 유전체를 두껍게 하면 내압이 향상되고, 보다 큰 AC 전압을 취급하는 것이 가능해진다.
- [0320] 본 실시 형태에에서는, 공진 회로의 가변 용량 소자로서, 제1 실시 형태의 가변 용량 소자(1)를 이용하는 예로 하였지만, 제2 내지 제9 실시 형태의 가변 용량 소자를 이용하는 예로 하여도 된다.
- [0321] 또한, 본 발명은, 이하의 구성을 취할 수 있다.
- [0322] [1]
- [0323] 유전체층과,
- [0324] 상기 유전체층을 사이에 끼우고 형성되는 적어도 한 쌍의 내부 전극을 구비하는 용량 소자 본체와,
- [0325] 상기 용량 소자 본체의 측면에 형성되며, 상기 내부 전극에 전기적으로 접속되는 외부 단자를 구비하고,
- [0326] 상기 유전체층 및 상기 내부 전극의 선평창 계수의 차이에 기인하여 발생하는 응력이, 상기 유전체층과 상기 유전체층을 사이에 끼운 한 쌍의 내부 전극으로 구성되는 콘덴서의 중심에 집중하도록 구성된 정전 용량 소자.
- [0327] [2]
- [0328] 상기 내부 전극은, 콘덴서를 구성하는 전극 본체와, 상기 전극 본체에 접속됨과 함께 상기 외부 단자에 접속되는 접속 전극으로 구성되며,
- [0329] 상기 콘덴서를 구성하는 적어도 한쪽의 내부 전극의 전극 본체의 평면 형상이 원 형상으로 되어 있는, 상기 [1]에 기재된 정전 용량 소자.
- [0330] [3]

- [0331] 상기 접속 전극의 상기 외부 단자에 접속되는 단부의 폭은 상기 전극 본체의 직경의 1/4 이하로 되어 있는, 상기 [1] 또는 [2]에 기재된 정전 용량 소자.
- [0332] [4]
- [0333] 상기 용량 소자 본체의 상기 내부 전극이 형성되는 면에 평행한 면의 형상이, 원 형상으로 되어 있는, 상기 [1] 내지 [3] 중 어느 하나에 기재된 정전 용량 소자.
- [0334] [5]
- [0335] 상기 용량 소자 본체의 외형이 원기둥 형상으로 되어 있는, 상기 [1] 내지 [4] 중 어느 하나에 기재된 정전 용량 소자.
- [0336] [6]
- [0337] 상기 내부 전극은, 콘텐츠를 구성하는 전극 본체와, 상기 전극 본체에 접속됨과 함께 외부 단자에 접속되는 접속 전극으로 구성되며,
- [0338] 상기 콘텐츠를 구성하는 적어도 한쪽의 내부 전극의 전극 본체의 평면 형상이 타원 형상으로 되어 있는, 상기 [1] 내지 [5] 중 어느 하나에 기재된 정전 용량 소자.
- [0339] [7]
- [0340] 상기 내부 전극은, 콘텐츠를 구성하는 전극 본체와, 상기 전극 본체에 접속됨과 함께 외부 단자에 접속되는 접속 전극으로 구성되며,
- [0341] 상기 콘텐츠를 구성하는 적어도 한쪽의 내부 전극의 전극 본체의 평면 형상이 오각형 이상의 정다각 형상으로 되어 있는, 상기 [1] 내지 [5] 중 어느 하나에 기재된 정전 용량 소자.
- [0342] [8]
- [0343] 상기 내부 전극은, 콘텐츠를 구성하는 전극 본체와, 상기 전극 본체에 접속됨과 함께 외부 단자에 접속되는 접속 전극과, 상기 전극 본체 및 상기 외부 단자에 접속되지 않은 플로팅 전극으로 구성되어 있는, 상기 [1] 내지 [7] 중 어느 하나에 기재된 정전 용량 소자.
- [0344] [9]
- [0345] 상기 내부 전극은, 콘텐츠를 구성하는 전극 본체와, 상기 전극 본체에 접속됨과 함께 상기 외부 단자에 접속되는 복수의 접속 전극을 구비하는, 상기 [1] 내지 [7] 중 어느 하나에 기재된 정전 용량 소자.
- [0346] [10]
- [0347] 상기 전극 본체는 원 형상으로 형성되고, 상기 복수의 접속 전극은 상기 전극 본체의 원주 방향으로 등간격으로 형성되어 있는, 상기 [9]에 기재된 정전 용량 소자.
- [0348] [11]
- [0349] 상기 용량 소자 본체의 외형이 원기둥 형상으로 되어 있는, 상기 [1] 내지 [3] 중 어느 하나에 기재된 정전 용량 소자.
- [0350] [12]
- [0351] 상기 용량 소자 본체의 외형이 단면 정사각 형상의 기둥 형상으로 되어 있는, 상기 [1] 내지 [3] 중 어느 하나에 기재된 정전 용량 소자.
- [0352] [13]
- [0353] 상기 용량 소자 본체의 외형이 단면 타원 형상의 기둥 형상으로 되어 있는, 상기 [1] 내지 [3] 중 어느 하나에 기재된 정전 용량 소자.
- [0354] [14]
- [0355] 상기 용량 소자 본체의 외형이 단면 다각 형상의 기둥 형상으로 되어 있는, 상기 [1] 내지 [3] 중 어느 하나에 기재된 정전 용량 소자.

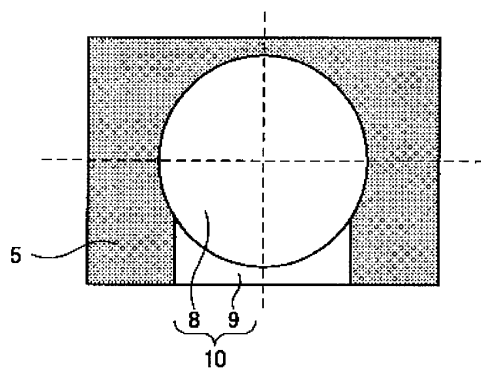
- [0356] [15]
- [0357] 상기 용량 소자 본체의 외형이 단면 정다각 형상의 기둥 형상으로 되어 있는, 상기 [1] 내지 [3] 중 어느 하나에 기재된 정전 용량 소자.
- [0358] [16]
- [0359] 상기 용량 소자 본체의 상기 내부 전극이 형성되는 평면 형상과, 상기 내부 전극의 전극 본체의 형상이 동일 형상으로 되어 있는, 상기 [1] 내지 [15] 중 어느 하나에 기재된 정전 용량 소자.
- [0360] [17]
- [0361] 상기 용량 소자 본체의 상기 내부 전극이 형성되는 평면 형상과, 상기 내부 전극의 전극 본체의 형상이 원 형상으로 되어 있는, 상기 [1]에 기재된 정전 용량 소자.
- [0362] [18]
- [0363] 상기 내부 전극은 유전체층을 개재하여 복수층 적층되고, 상기 복수의 내부 전극으로 형성되는 복수의 콘덴서가 상기 내부 전극의 적층 방향으로 직렬 접속된, 상기 [1] 내지 [17] 중 어느 하나에 기재된 정전 용량 소자.
- [0364] [19]
- [0365] 적층되는 각 내부 전극은, 콘덴서를 구성하는 전극 본체와, 상기 전극 본체에 접속됨과 함께 상기 외부 단자에 접속되는 복수의 접속 전극을 구비하고,
- [0366] 각 내부 전극의 전극 본체는 동일 형상으로 되고, 각 내부 전극의 전극 본체의 무게 중심이 적층 방향의 직선상에 배치되도록 구성되어 있는, 상기 [18]에 기재된 정전 용량 소자.
- [0367] [20]
- [0368] 유전체층과,
- [0369] 상기 유전체층을 사이에 끼우고 형성되는 적어도 한 쌍의 내부 전극을 구비하는 용량 소자 본체와,
- [0370] 상기 용량 소자 본체의 측면에 형성되며, 상기 내부 전극에 전기적으로 접속되는 외부 단자를 구비하고,
- [0371] 상기 유전체층 및 상기 내부 전극의 선팽창 계수의 차이에 기인하여 발생하는 응력이, 상기 유전체층과 상기 유전체층을 사이에 끼운 한 쌍의 내부 전극으로 구성되는 콘덴서의 중심에 집중하도록 구성된 정전 용량 소자를 포함하는 공진 콘덴서와,
- [0372] 상기 공진 콘덴서에 접속된 공진 코일
- [0373] 을 구비하는 공진 회로.

도면

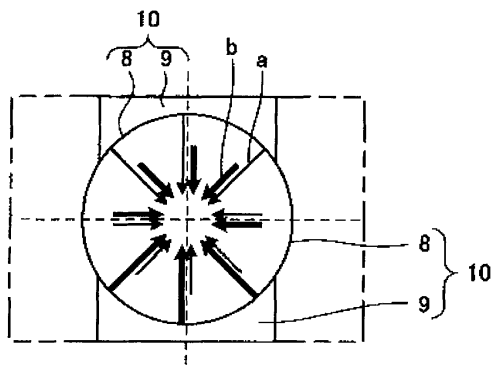
도면1



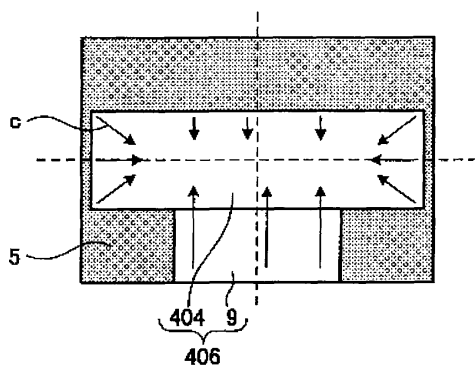
도면2



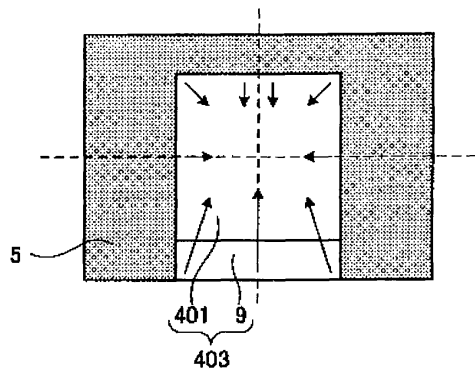
도면3



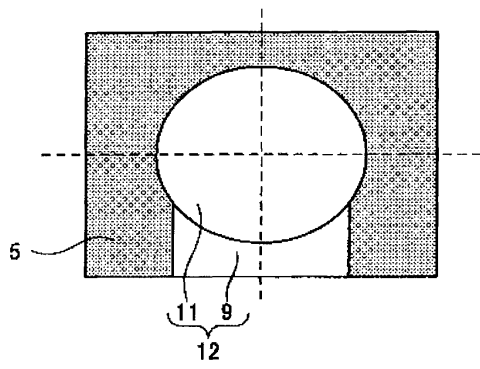
도면4



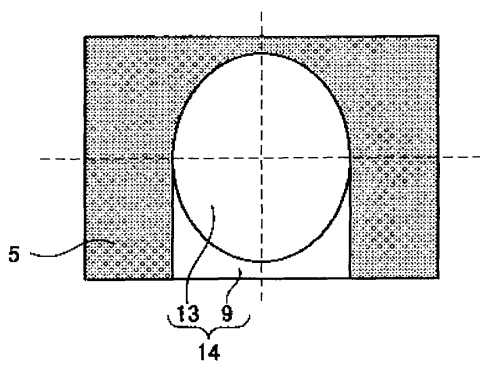
도면5



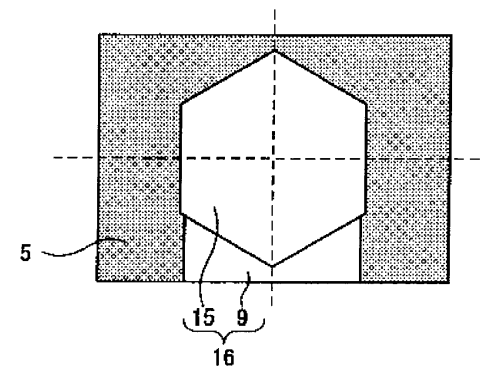
도면6



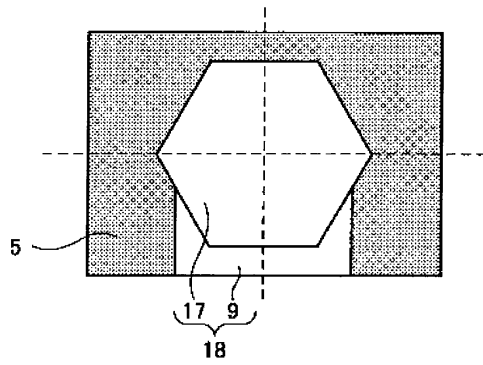
도면7



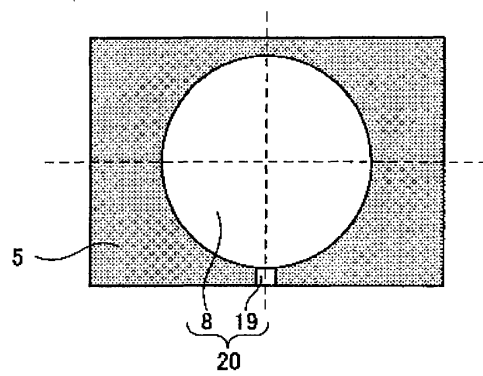
도면8



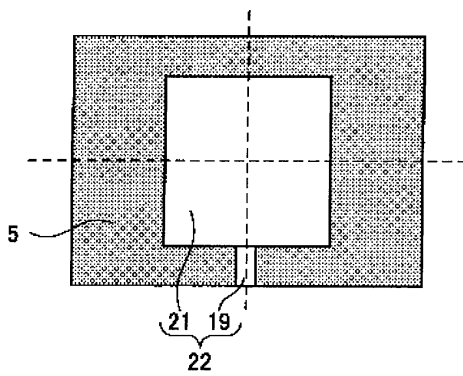
도면9



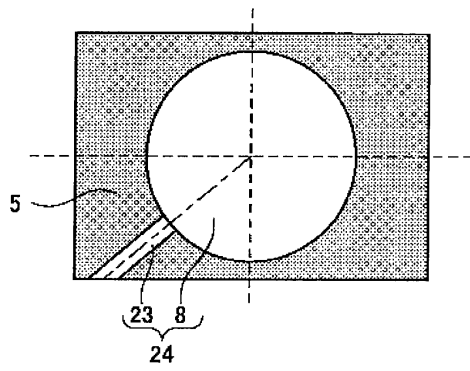
도면10



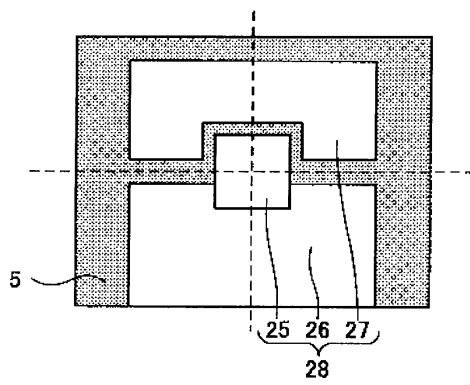
도면11



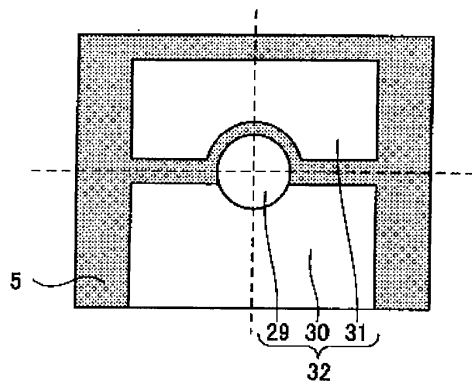
도면12



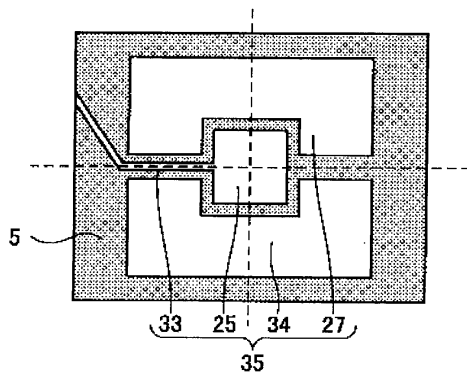
도면13



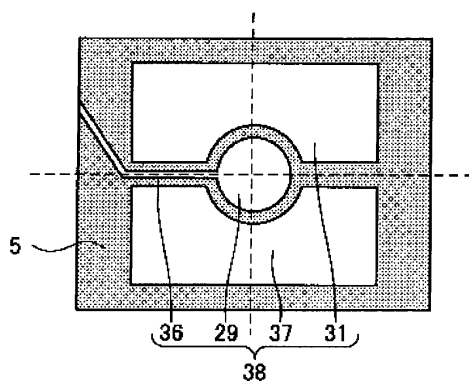
도면14



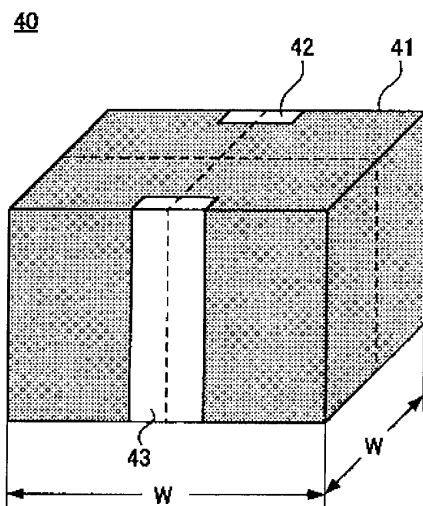
도면15



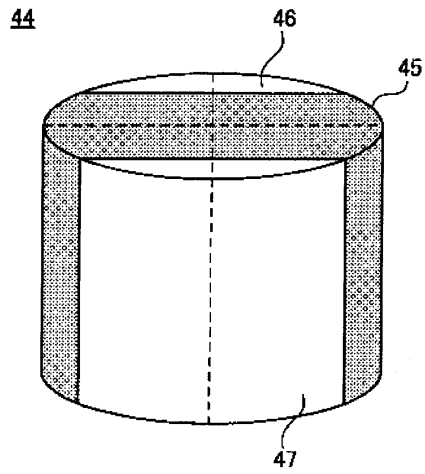
도면16



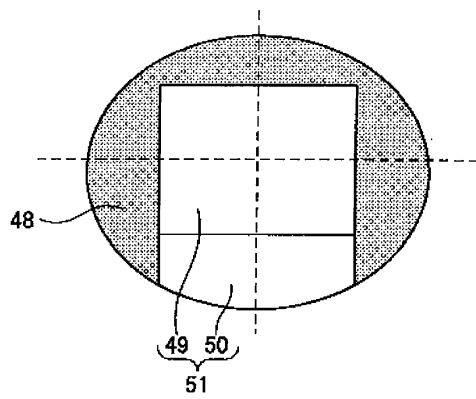
도면17



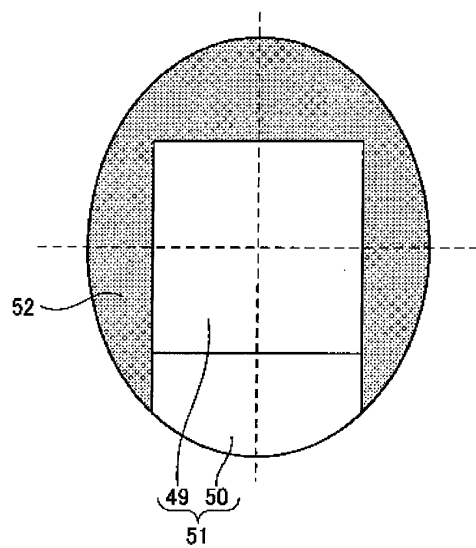
도면18



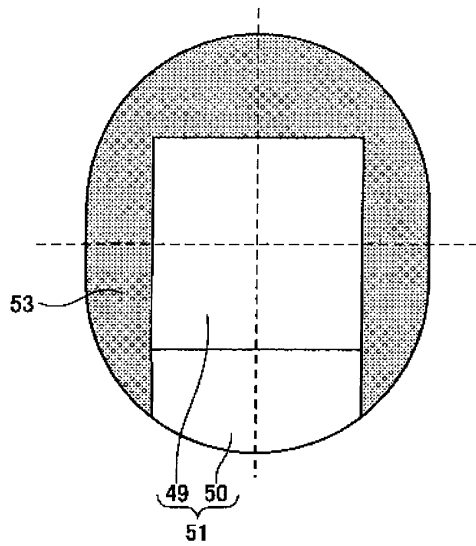
도면19



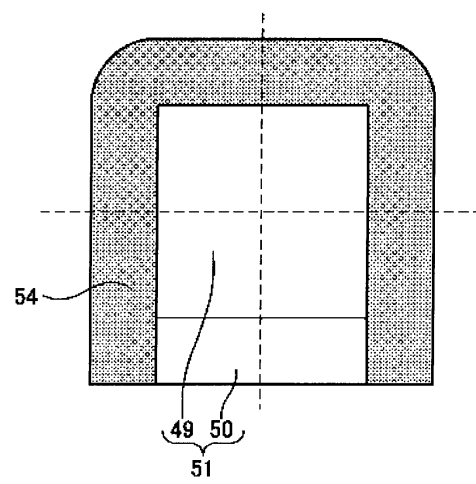
도면20



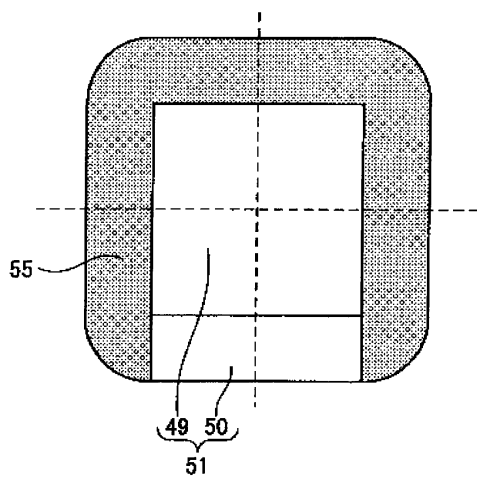
도면21



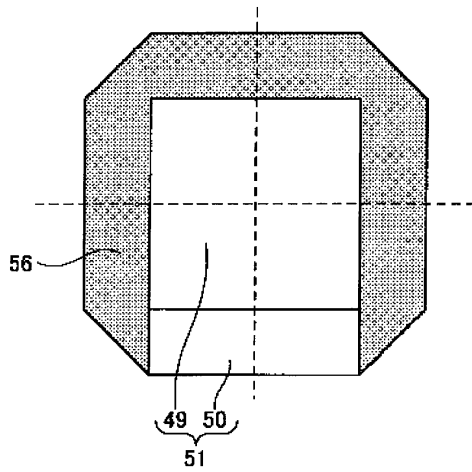
도면22



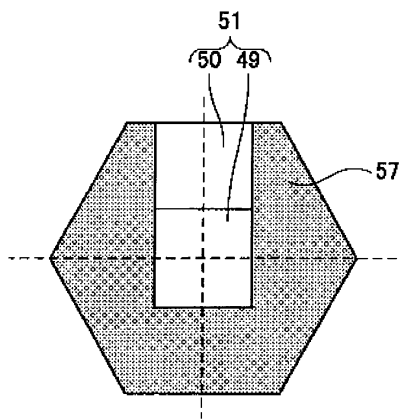
도면23



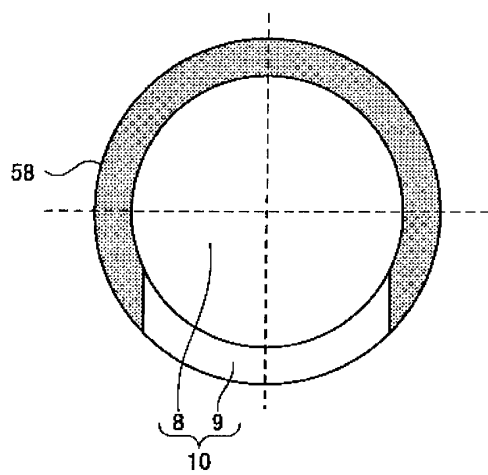
도면24



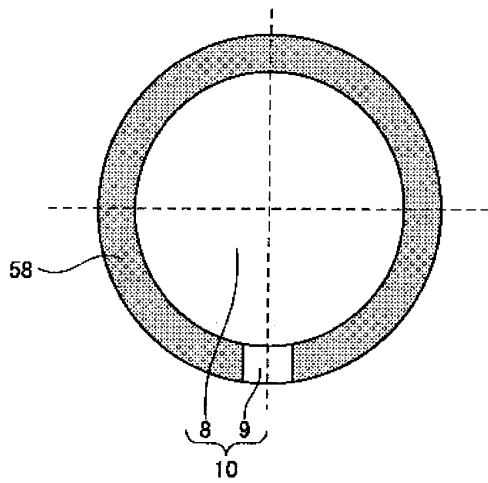
도면25



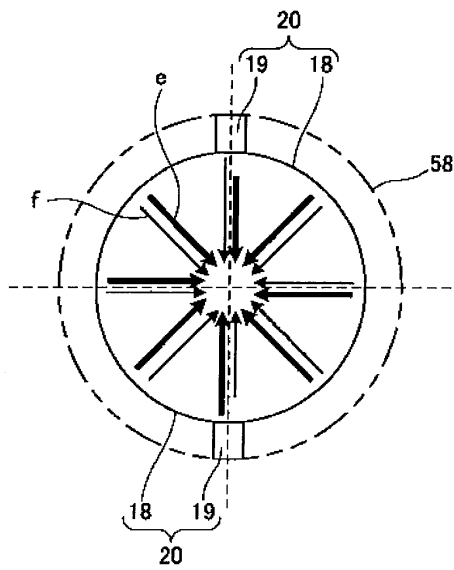
도면26



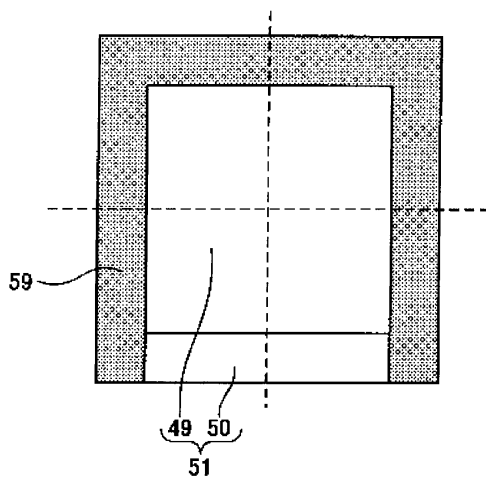
도면27



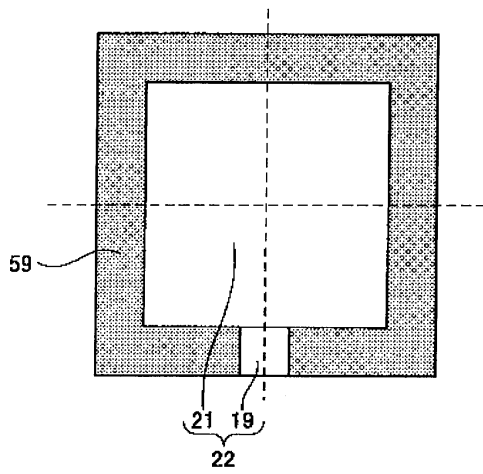
도면28



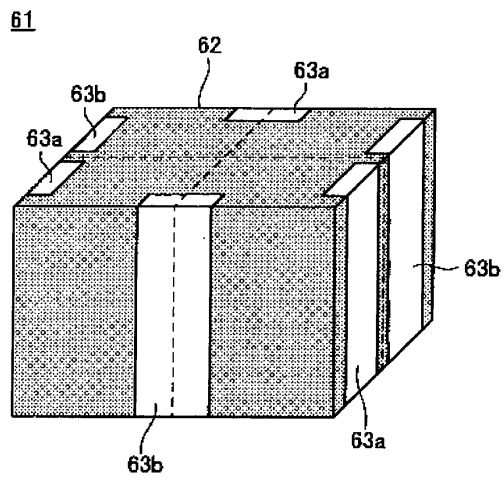
도면29



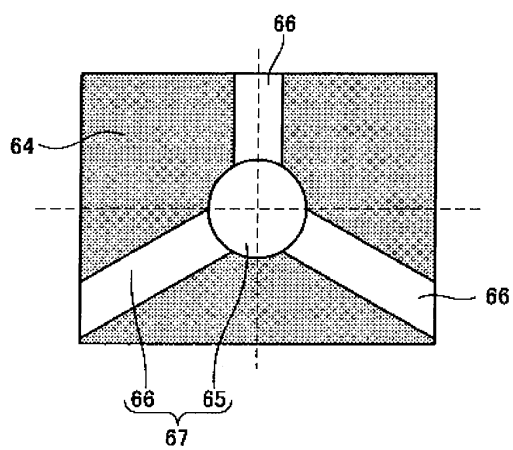
도면30



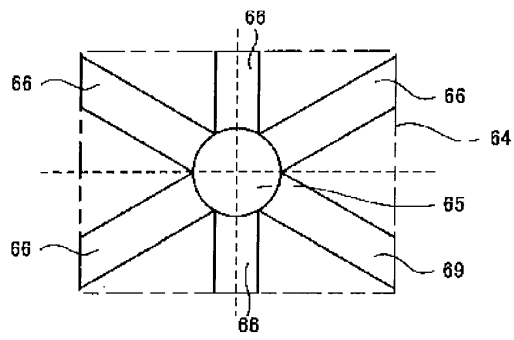
도면31



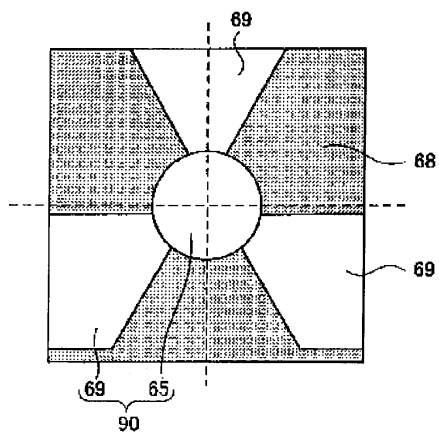
도면32



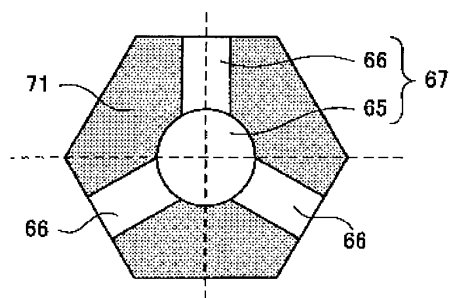
도면33



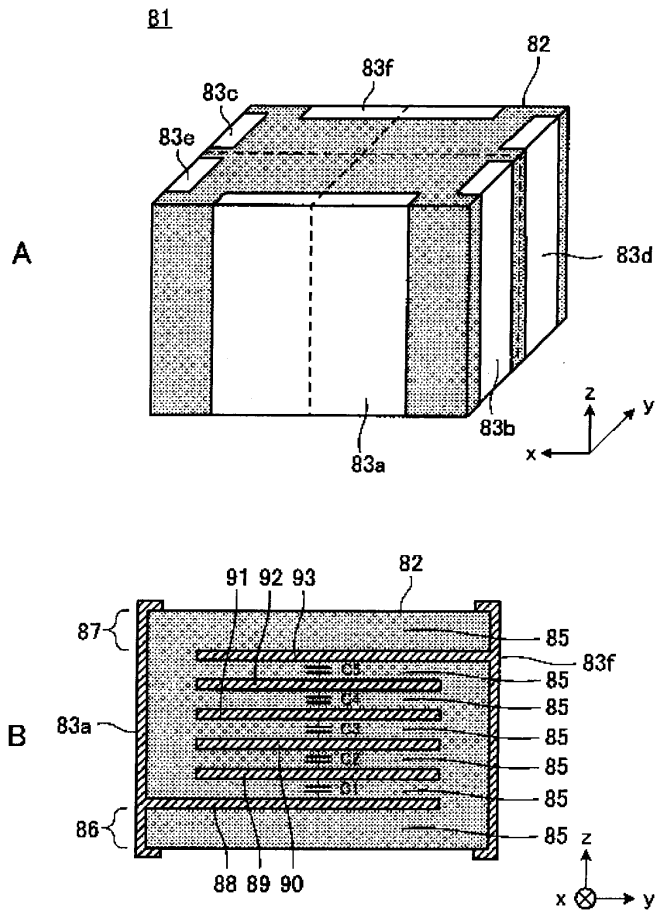
도면34



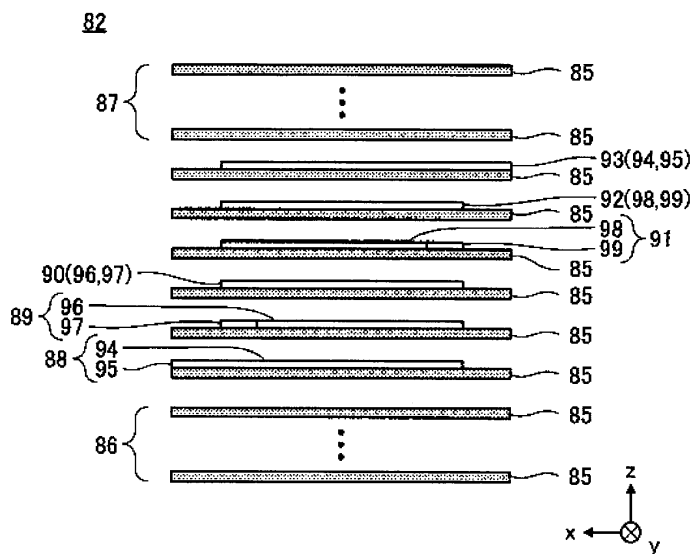
도면35



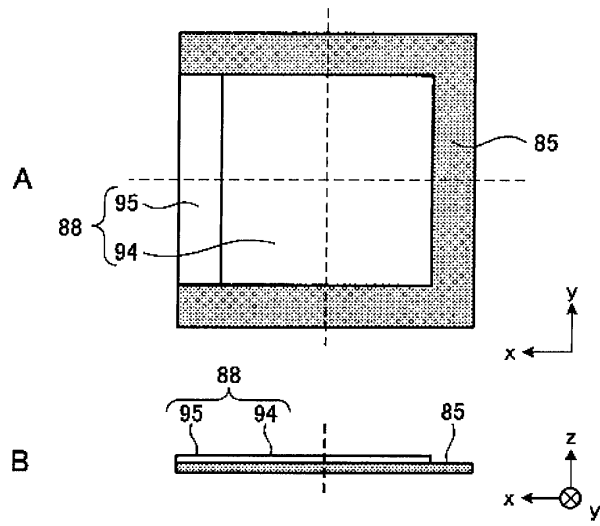
도면36



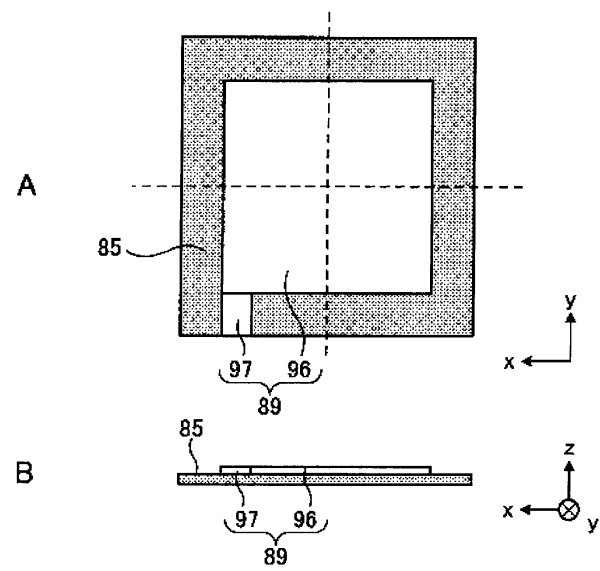
도면37



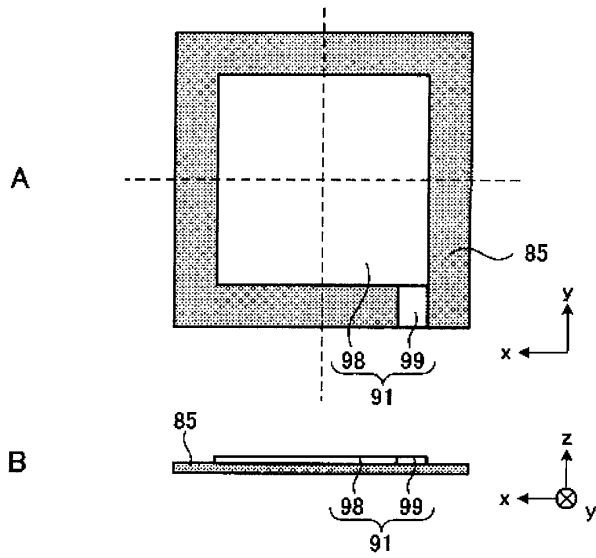
도면38



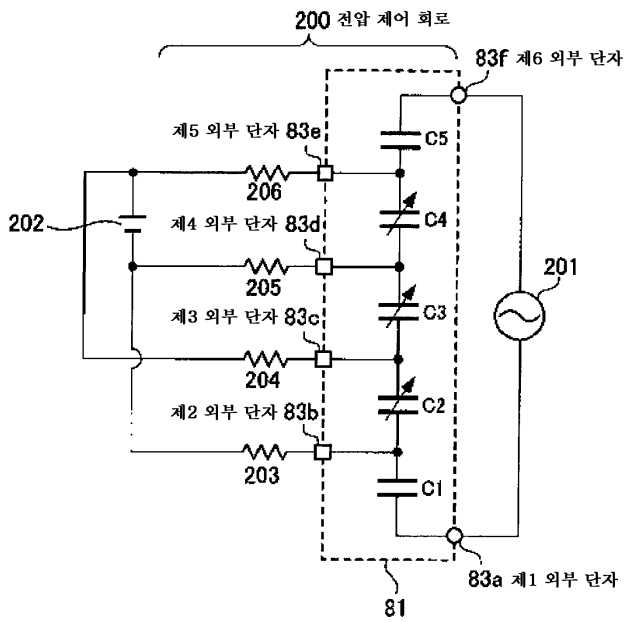
도면39



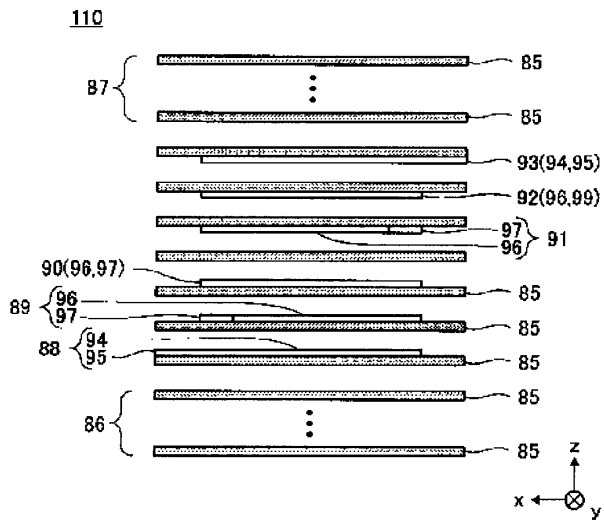
도면40



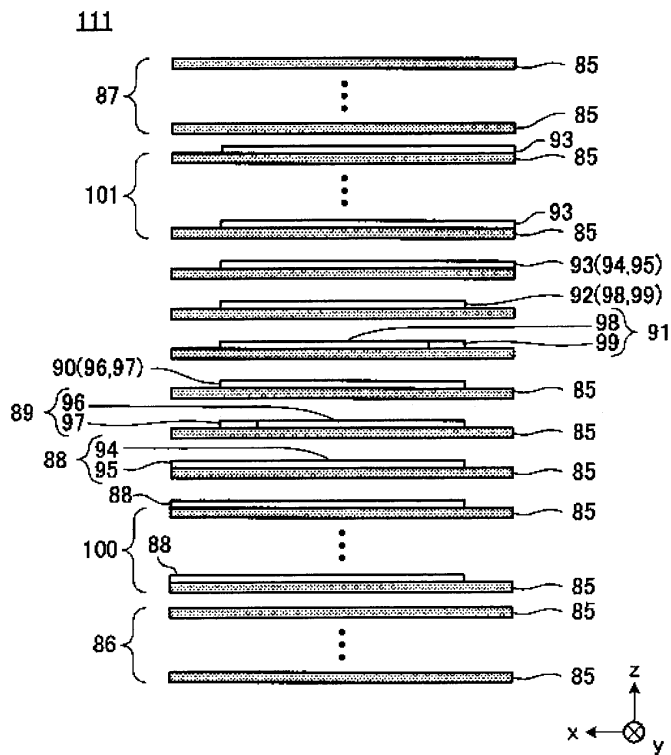
도면41



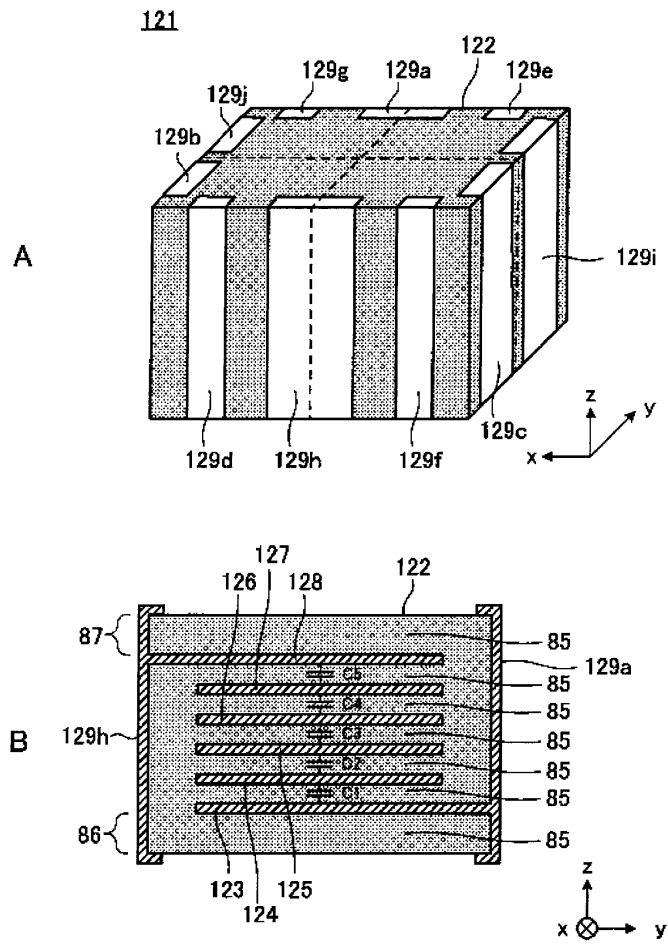
도면42



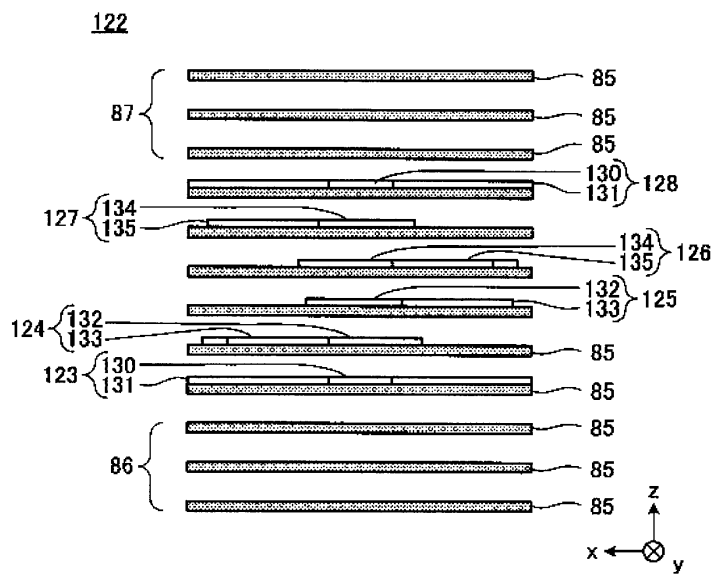
도면43



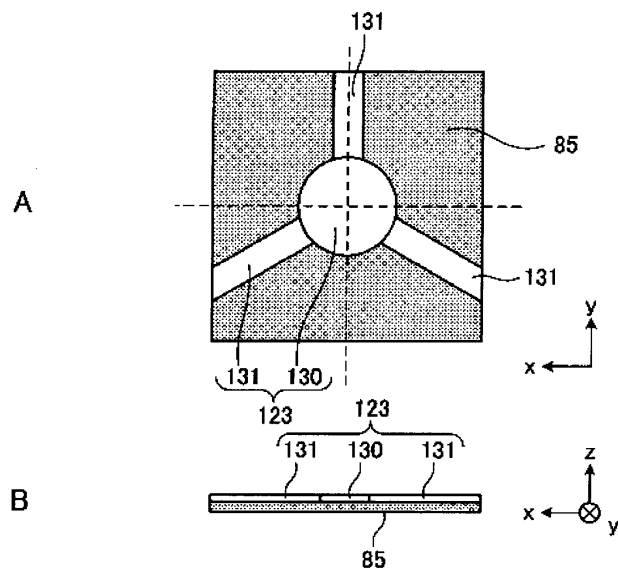
도면44



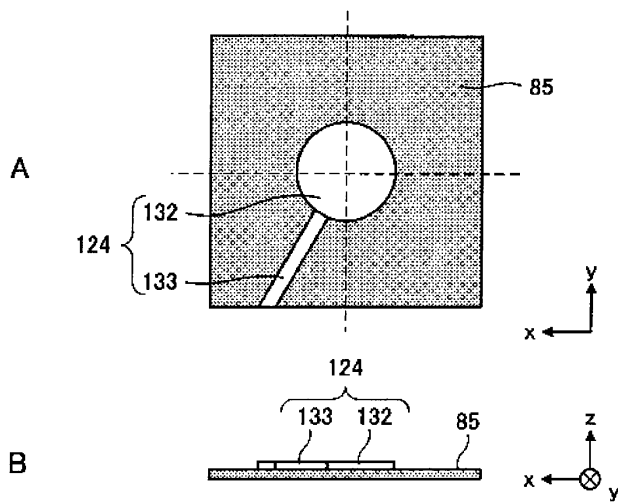
도면45



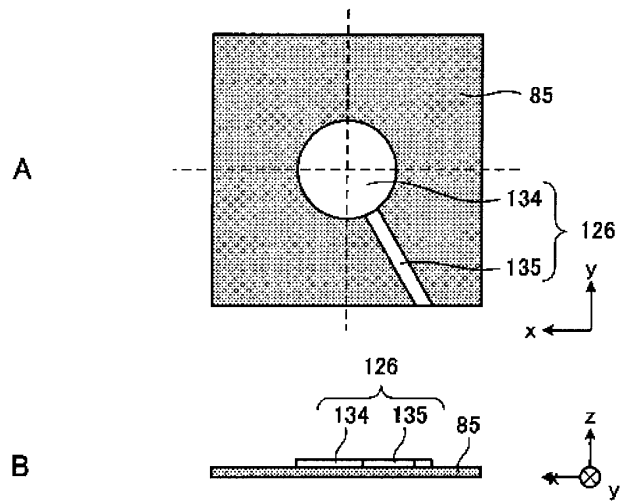
도면46



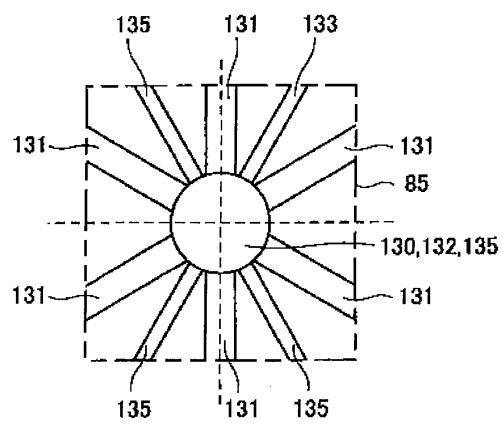
도면47



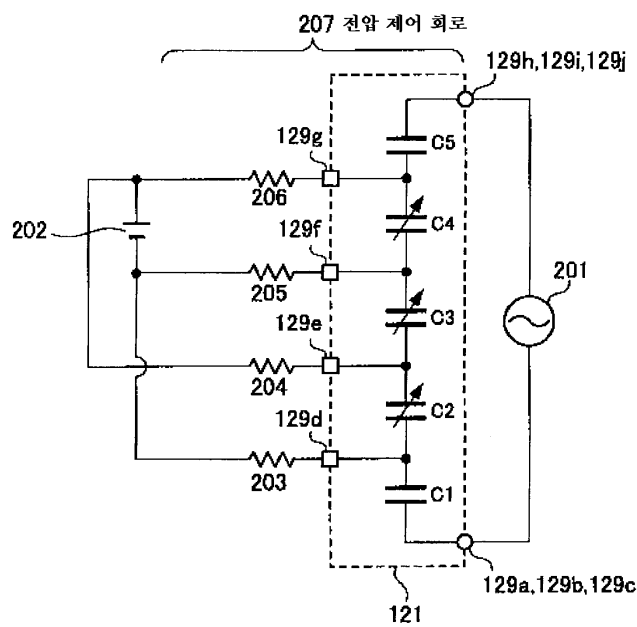
도면48



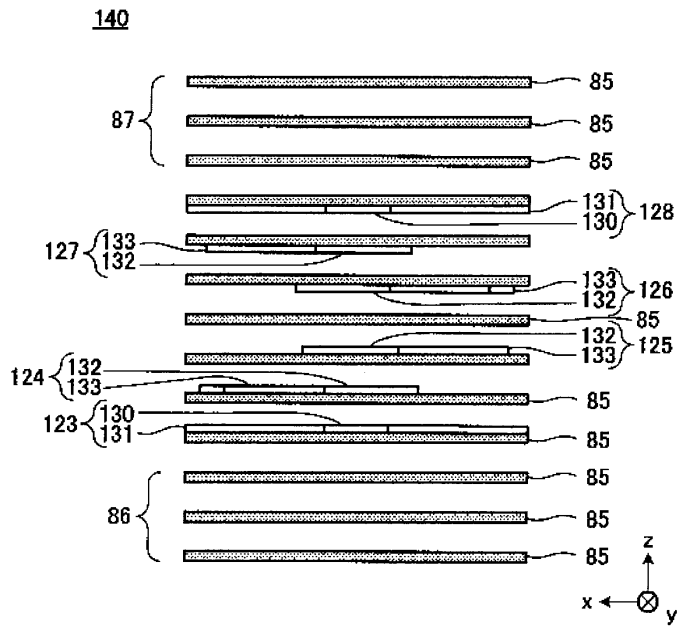
도면49



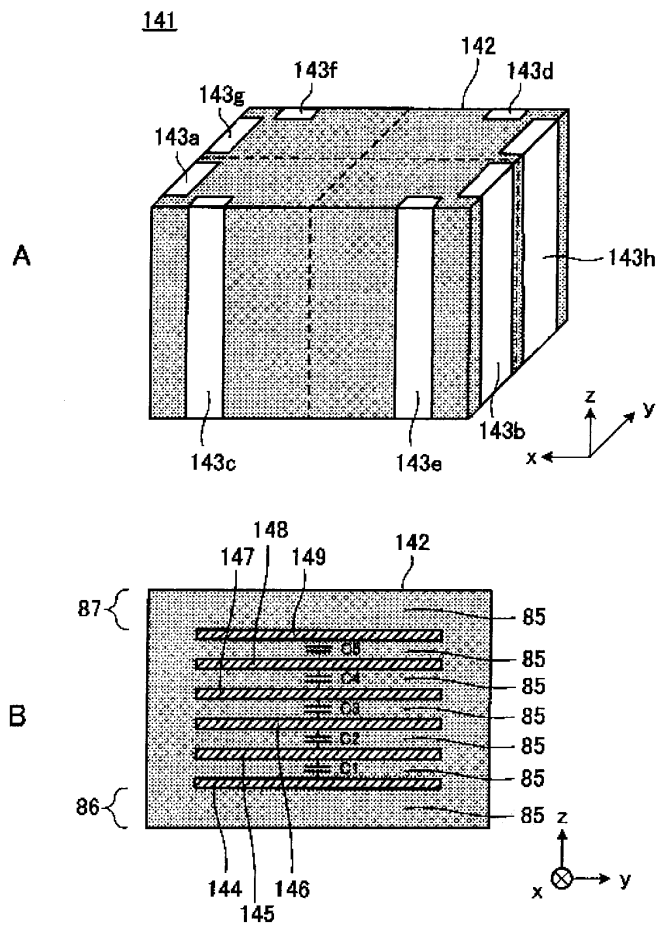
도면50



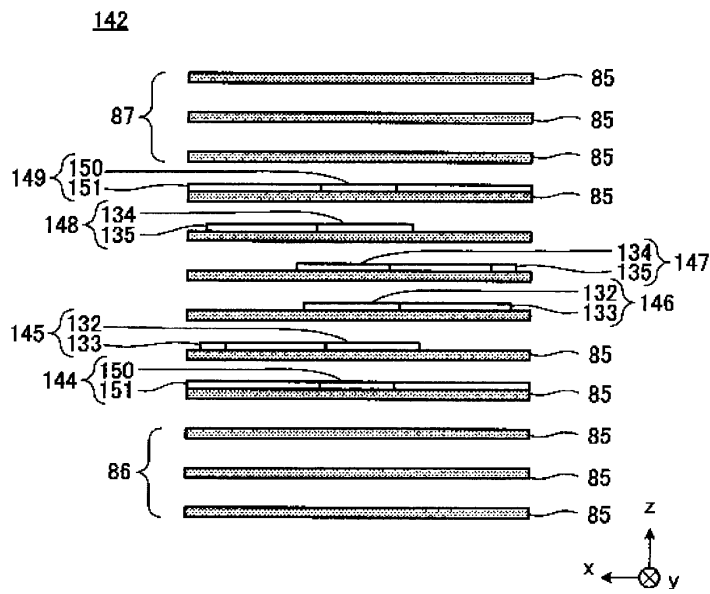
도면51



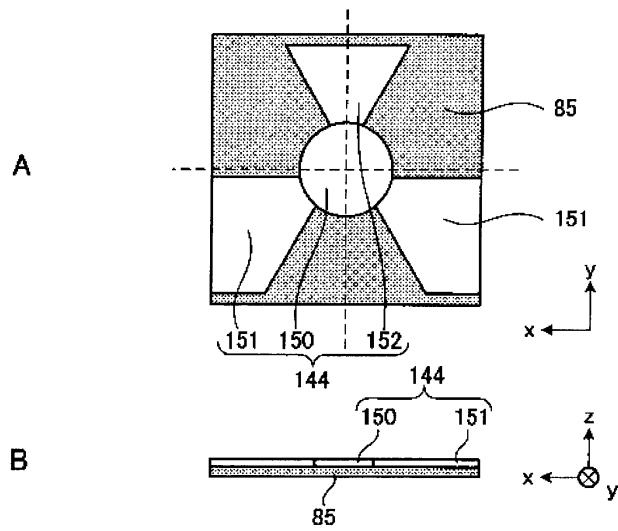
도면52



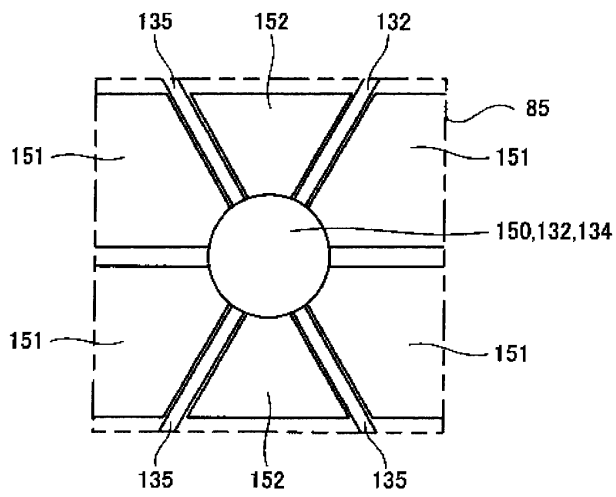
도면53



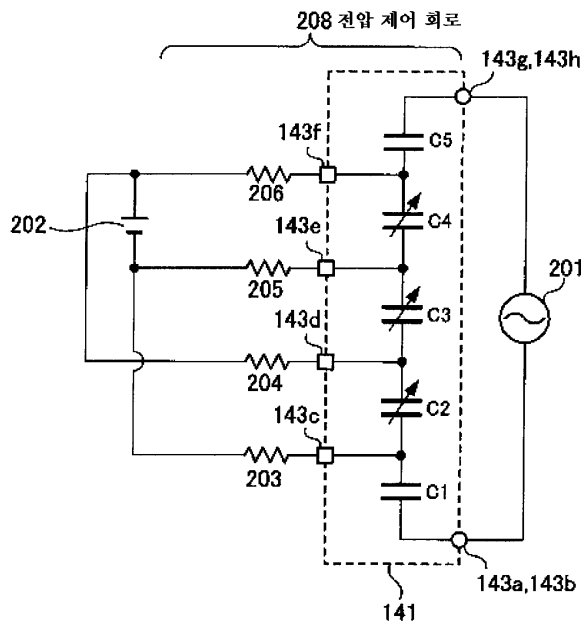
도면54



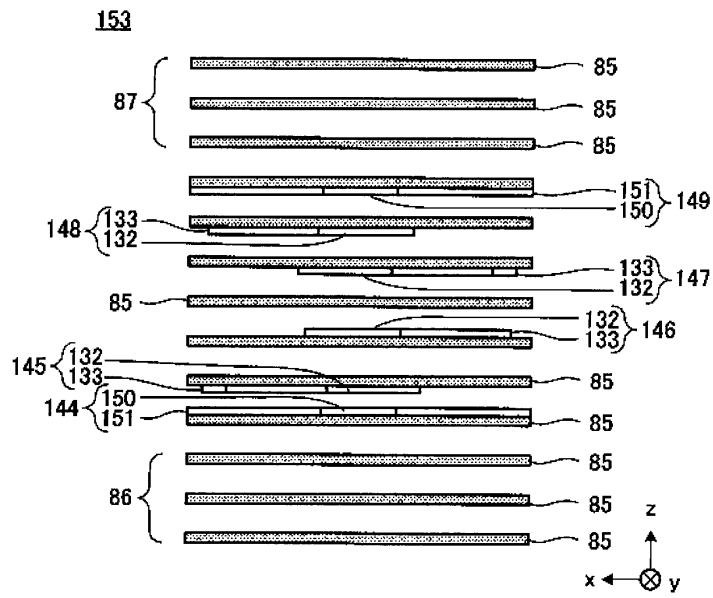
도면55



도면56



도면57



도면58

