



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년04월12일
 (11) 등록번호 10-1251072
 (24) 등록일자 2013년03월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/3065 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0069132
 (22) 출원일자 2011년07월12일
 심사청구일자 2011년07월12일
 (65) 공개번호 10-2013-0008404
 (43) 공개일자 2013년01월22일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020120000612 A*
 US20010044213 A1*
 US04992136 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
에이피티씨 주식회사
 경기도 이천시 마장면 서이천로 58-47
 (72) 발명자
김남현
 경기도 수원시 영통구 영통로90번길 4-27, 111동 1601호 (망포동, 늘푸른 벽산아파트)
 (74) 대리인
특허법인아주양현

전체 청구항 수 : 총 6 항

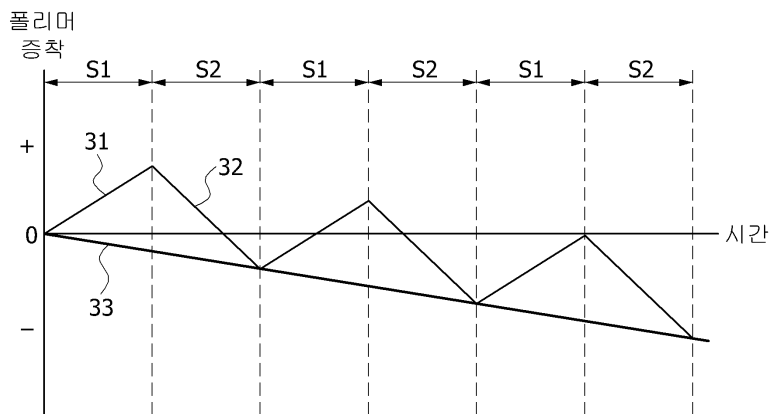
심사관 : 이석주

(54) 발명의 명칭 **반도체소자의 식각방법**

(57) 요약

본 발명의 일 예에 따른 반도체소자의 식각 방법은, 식각대상막을 갖는 기판을 식각챔버 내에 로딩시키는 단계와, 식각챔버 내에 식각가스 및 증착가스를 함께 공급하여 식각대상막에 폴리머가 적층되도록 하는 적층 단계와, 식각챔버 내에 식각가스 및 증착가스를 함께 공급하여 폴리머 및 식각대상막이 식각되도록 하는 식각 단계를 반복하여 수행하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

식각대상막을 갖는 기판을 식각챔버 내에 로딩시키는 단계;

상기 식각챔버 내에 식각가스 및 증착가스를 함께 공급하여 상기 식각대상막에 폴리머가 적층되도록 하는 제1 적층 단계;

상기 제1 적층 단계를 수행한 후에 상기 식각챔버 내에 식각가스 및 증착가스를 함께 공급하여 상기 폴리머 및 식각대상막이 식각되도록 하는 제1 식각 단계;

상기 제1 식각 단계를 수행한 후에 상기 식각챔버 내에 식각가스 및 증착가스를 함께 공급하여 상기 폴리머 및 식각대상막이 식각되도록 하되, 상기 제1 식각 단계에서 공급되는 증착가스의 공급량보다 작은 증착가스를 공급하고, 상기 제1 식각 단계에서 공급되는 식각가스의 공급량보다 많은 식각가스를 공급하는 제2 식각 단계;

상기 제2 식각 단계를 수행한 후에 상기 식각챔버 내에 식각가스 및 증착가스를 함께 공급하여 상기 식각대상막에 폴리머가 적층되도록 하되, 상기 제1 적층 단계에서의 증착가스의 공급량보다 높게 설정하여 수행하는 제2 적층 단계; 및

상기 제1 적층 단계, 제1 식각 단계, 제2 식각 단계, 및 제2 적층 단계를 반복하여 수행하는 단계를 포함하는 반도체소자의 식각 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1 적층 단계 및 제2 적층 단계는, 상기 증착가스의 공급량을 상기 식각가스의 공급량보다 많게 설정한 상태에서 수행하는 반도체소자의 식각 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 제1 식각 단계 및 제2 식각 단계는, 상기 식각가스의 공급량을 상기 증착가스의 공급량보다 많게 설정한 상태에서 수행하는 반도체소자의 식각 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 제1 적층 단계, 제1 식각 단계, 제2 식각 단계, 및 제2 적층 단계에서 사용하는 식각가스는 $S_xF_y(x, y$ 는 정수) 가스를 포함하는 반도체소자의 식각 방법.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 제1 적층 단계, 제1 식각 단계, 제2 식각 단계, 및 제2 적층 단계에서 사용하는 증착가스는 $C_xF_y(x, y$ 는 정수) 가스를 포함하는 반도체소자의 식각 방법.

청구항 13

제7항에 있어서,

상기 제1 적층 단계, 제1 식각 단계, 제2 식각 단계, 및 제2 적층 단계에서의 식각가스 및 증착가스의 공급량은, 상기 제1 적층 단계 및 제2 적층 단계에서의 적층율보다 상기 제1 식각 단계 및 제2 식각 단계에서의 식각율이 더 크도록 조절하는 반도체소자의 식각 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 반도체소자의 제조방법에 관한 것으로서, 특히 식각과 적층을 반복하는 반도체소자의 식각방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 반도체소자를 제조하는 과정에서, 깊은 트렌치를 형성하거나 관통실리콘비아(TSV; Through Silicon Via) 형성을 위한 식각방법으로서 딥 반응성 이온 식각(Deep Reactive Ion Etch; DRIE) 방법이 사용되고 있다. DRIE 방법의 대표적인 예로서, 소위 이방성 식각을 위한 보시 프로세스(Bosch Process)가 있다.

[0003] 보시 프로세스에 따르면, 먼저 실리콘(Si)으로 이루어진 기판 위에 마스크막패턴을 형성한다. 다음에 플라즈마 시스템에서 적층 단계와 식각 단계의 두 가지 플라즈마 조건이 교대로 수행된다. 적층 단계에서는 식각가스의 공급을 중단한 상태에서 증착가스, 예컨대 C_4F_8 가스를 공급하여 테플론(Teflon)과 같은 폴리머 적층이 이루어진다. 식각 단계에서는 증착가스의 공급을 중단한 상태에서 플루오린 가스와 같은 식각가스, 예컨대 SF_6 가스를 공급함으로써 식각이 이루어진다. 특히 식각 단계가 이루어지는 동안에는 RF 파워가 기판에 인가되어 전계가 형성되며, 이 전계에 의해 기판의 트렌치 바닥에 대한 이온 충돌(ion bombardment) 현상이 발생된다. 그리고 이와 같은 이온 충돌 현상에 의해 트렌치의 측벽에 있는 폴리머는 제거되지 않지만, 트렌치의 바닥에 있는 폴리머는 제거된다. 이와 같은 식각 및 적층 단계를 반복적으로 수행함으로써 이방성 식각이 이루어진다.

[0004] 그런데 최근 소자의 집적도가 40nm 이하로 급속하게 증가하면서 새로운 3차원 구조의 반도체소자들에 대한 개발이 진행되고 있으며, 이 과정에서 깊고 좁은 트렌치를 빠른 시간 내에 형성하여야 할 필요성이 크게 대두되고 있다. 그런데 기존의 보시 프로세스에 따른 식각으로는 충분한 식각율과 생산성을 얻는데 한계를 나타내고 있다. 또한 적층 단계에서의 적층율과 식각 단계에서 식각율은 식각챔버 내의 압력과 파워(power)에 의해 제어되는데, 부적절한 제어에 의해 적층율이 높아지거나, 또는 식각율이 저하되어 식각챔버 내에 폴리머가 쌓이게 되는 경우, 식각챔버의 상태가 불량해질 수 있다. 이와 같은 불량한 상태의 식각챔버에 의해 불량한 식각 프로파일이 유발될 수 있다는 것은 당연하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 해결하려는 과제는, 좁고 깊은 트렌치 형성을 형성하기 위한 식각을 수행하는데 있어서 높은 식각율과 향상된 생산성을 얻도록 할 수 있으며, 식각챔버 내에서 폴리머가 쌓이는 현상이 방지되도록 할 수 있는 반도체소자의 식각방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 예에 따른 반도체소자의 식각 방법은, 식각대상막을 갖는 기판을 식각챔버 내에 로딩시키는 단계와, 식각챔버 내에 식각가스 및 증착가스를 함께 공급하여 식각대상막에 폴리머가 적층되도록 하는 적층 단계와, 식각챔버 내에 식각가스 및 증착가스를 함께 공급하여 폴리머 및 식각대상막이 식각되도록 하는 식각 단계를 반복하여 수행하는 단계를 포함한다.

[0007] 일 예에서, 상기 적층 단계는, 증착가스의 공급량을 식각가스의 공급량보다 많이 설정한 상태에서 수행한다.

[0008] 일 예에서, 상기 식각 단계는, 식각가스의 공급량을 증착가스의 공급량보다 많이 설정한 상태에서 수행한다.

[0009] 일 예에서, 상기 적층 단계 및 식각 단계에서 사용하는 식각가스는 $SxFy(x, y$ 는 정수) 가스를 포함한다.

[0010] 일 예에서, 상기 적층 단계 및 식각 단계에서 사용하는 증착가스는 $CxFy(x, y$ 는 정수) 가스를 포함한다.

[0011] 일 예에서, 상기 적층 단계 및 식각 단계에서의 식각가스 및 증착가스의 공급량은, 적층 단계에서의 적층율보다 식각 단계에서의 식각율이 더 크도록 조절한다.

[0012] 본 발명의 다른 예에 따른 반도체소자의 식각 방법은, 식각대상막을 갖는 기판을 식각챔버 내에 로딩시키는 단계와, 식각챔버 내에 식각가스 및 증착가스를 함께 공급하여 식각대상막에 폴리머가 적층되도록 하는 제1 적층 단계와, 제1 적층 단계를 수행한 후에 식각챔버 내에 식각가스 및 증착가스를 함께 공급하여 폴리머 및 식각대상막이 식각되도록 하는 제1 식각 단계와, 제1 식각 단계를 수행한 후에 식각챔버 내에 식각가스 및 증착가스를 함께 공급하여 폴리머 및 식각대상막이 식각되도록 하는 제2 식각 단계와, 제2 식각 단계를 수행한 후에 식각챔버 내에 식각가스 및 증착가스를 함께 공급하여 식각대상막에 폴리머가 적층되도록 하는 제2 적층 단계와, 그리고 제1 적층 단계, 제1 식각 단계, 제2 식각 단계, 및 제2 적층 단계를 반복하여 수행하는 단계를 포함한다.

[0013] 일 예에서, 상기 제1 적층 단계 및 제2 적층 단계는, 증착가스의 공급량을 식각가스의 공급량보다 많이 설정한 상태에서 수행한다.

[0014] 일 예에서, 상기 제1 식각 단계 및 제2 식각 단계는, 식각가스의 공급량을 증착가스의 공급량보다 많이 설정한 상태에서 수행한다.

[0015] 일 예에서, 상기 제2 식각 단계는, 제1 식각 단계에서 공급되는 증착가스의 공급량보다 작은 증착가스를 공급하고, 제1 식각 단계에서 공급되는 식각가스의 공급량보다 많은 식각가스를 공급하여 수행한다.

[0016] 일 예에서, 상기 제1 적층 단계, 제1 식각 단계, 제2 식각 단계, 및 제2 적층 단계에서 사용하는 식각가스는 $SxFy(x, y$ 는 정수) 가스를 포함한다.

[0017] 일 예에서, 상기 제1 적층 단계, 제1 식각 단계, 제2 식각 단계, 및 제2 적층 단계에서 사용하는 증착가스는 $CxFy(x, y$ 는 정수) 가스를 포함한다.

[0018] 일 예에서, 상기 제1 적층 단계, 제1 식각 단계, 제2 식각 단계, 및 제2 적층 단계에서의 식각가스 및 증착가스의 공급량은, 제1 적층 단계 및 제2 적층 단계에서의 적층율보다 제1 식각 단계 및 제2 식각 단계에서의 식각율이 더 크도록 조절한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 따르면, 적층 단계 및 식각 단계 모두 증착가스와 식각가스를 함께 공급하되, 증착가스와 식각가스의 공급량을 조절함으로써 챔버 내의 폴리머 잔류에 의한 오염 정도를 제어할 수 있으며, 이에 따라 좁고 깊은 트렌치 형성을 형성하기 위한 식각을 수행하는데 있어서 높은 식각율과 향상된 생산성을 얻으면서 동시에 식각챔버 내에서 폴리머가 쌓이는 현상이 방지되도록 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명에 따른 반도체소자의 식각방법에 사용되는 식각 챔버를 개략적으로 나타내 보인 도면이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 반도체소자의 식각방법이 적용되는 대상물의 일 예를 나타내 보인 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 예에 따른 반도체소자의 식각 방법을 설명하기 위해 나타내 보인 그래프이다.
- 도 4는 도 3의 적층 단계 및 식각 단계를 보다 상세하게 설명하기 위해 나타내 보인 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 다른 예에 따른 반도체소자의 식각 방법을 설명하기 위해 나타내 보인 그래프이다.
- 도 6 내지 도 8은 본 발명의 일 예에 따른 반도체소자의 식각 방법이 수행되는 과정을 나타내 보인 단면도들이다.

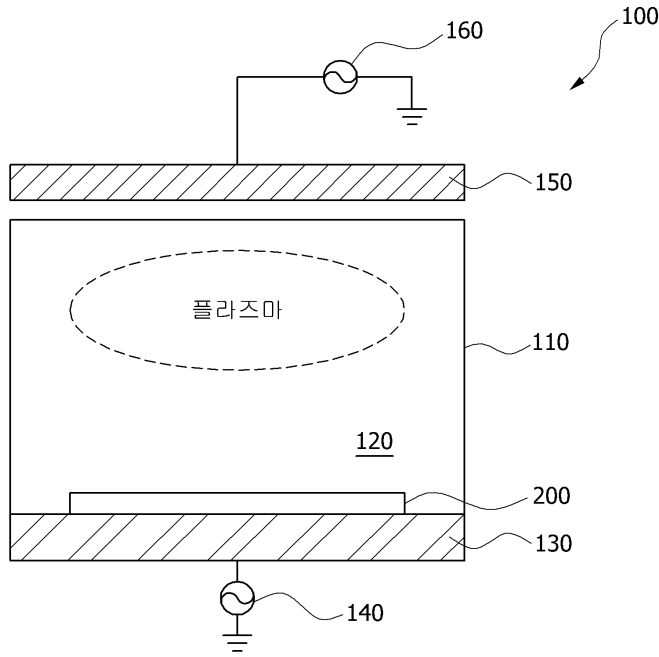
발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 도 1은 본 발명에 따른 반도체소자의 식각방법에 사용되는 식각 챔버를 개략적으로 나타내 보인 도면이다. 그리고 도 2는 본 발명에 따른 반도체소자의 식각방법이 적용되는 대상물의 일 예를 나타내 보인 단면도이다. 먼저 도 1을 참조하면, 식각 챔버(100)는, 예컨대 RIE(Reactive Ion Etching) 식각챔버로서, 챔버외벽(110)에 의해 식각챔버(100) 내부에 반응공간(120)이 한정된다. 식각챔버(100)의 바닥에는 기관지지대(130)가 배치되는데, 이 기관지지대(130)는 RF 소스(140)와 연결된다. 기관지지대(130) 위에는 식각대상물을 갖는 기관(200)이 배치된다. 즉 도 2에 나타낸 바와 같이, 기관(200) 위에 식각대상물(210)이 배치되고, 식각대상물(210)의 표면 중 식각이 이루어질 표면은 식각마스크층패턴(220)에 의해 한정되는 개구부(230)를 통해 노출된다. 식각챔버(100)의 상부에는 플라즈마 소스(150)가 배치되며, 이 플라즈마 소스(150)는 전원(160)에 연결된다. 전원(160)으로부터 파워를 공급받은 플라즈마 소스(150)는 식각챔버(100) 내에 플라즈마가 형성되도록 한다.
- [0022] 도 3은 본 발명의 일 예에 따른 반도체소자의 식각 방법을 설명하기 위해 나타내 보인 그래프이다. 그리고 도 4는 도 3의 적층 단계 및 식각 단계를 보다 상세하게 설명하기 위해 나타내 보인 그래프이다. 도 3 및 도 4에서 가로축은 시간을 나타내고, 세로축은 식각 또는 증착 상태를 나타내는데, 특히 시간축을 기준으로 그 위는 증착되는 양을 나타내고 그 아래는 식각되는 양을 나타낸다. 도 3을 참조하면, 먼저 도 1을 참조하여 설명한 바와 같은 식각챔버(100) 내에 식각대상막(도 2의 210)을 갖는 기관(200)을 로딩시킨다. 이어서 적층 단계(S1) 및 식각 단계(S1)가 순서대로 수행되며, 이와 같은 적층 단계(S1) 및 식각 단계(S2)는 원하는 깊이의 식각이 모두 이루어질 때까지 반복적으로 수행된다. 적층 단계(S1)는, 식각가스 및 증착가스를 함께 공급하여 식각대상막(210)에 폴리머가 적층되도록 하는 단계이다. 식각 단계(S2)는, 식각챔버(100) 내에 식각가스 및 증착가스를 함께 공급하여 폴리머 및 식각대상막(210)이 식각되도록 하는 식각 단계(S2)를 수행하는 단계이다.
- [0023] 구체적으로, 적층 단계(S1)는, 도 3의 "31"로 나타낸 바와 같이, 일정량의 폴리머가 일정한 증착율로 식각대상층상에 적층되도록 하는 단계이다. 이때 폴리머 증착율을 나타내는 선(31)의 기울기는 식각챔버의 압력, 파워 및 가스의 공급량에 의해 결정된다. 따라서 가스의 공급량을 조절함으로써 쉽게 폴리머 증착율을 조절할 수 있다. 식각 단계(S2)는, 도 3의 "32"로 나타낸 바와 같이, 폴리머 및 식각대상층이 일정한 식각율로 식각되도록 하는 단계이다. 이때 식각율을 나타내는 선(32)의 기울기도 또한 식각챔버의 압력, 파워 및 가스의 공급량에 의해 결정된다. 따라서 가스의 공급량을 조절함으로써 쉽게 식각율을 조절할 수 있다. 식각 단계(S2)에서의 식각율, 즉 선 "32"의 기울기는 적층 단계(S1)에서의 증착율, 즉 선 "31"의 기울기보다 큰 절대값을 갖도록 하며, 이에 따라 적층 단계(S1) 및 식각 단계(S2)를 수행한 후의 최종 식각율은 선 "33"으로 나타낸 바와 같다.
- [0024] 도 4에 나타낸 바와 같이, 적층 단계(S1)에서, 증착가스의 공급량은 식각가스의 공급량보다 크게 설정된다. 즉 적층 단계(S1)에서는 폴리머가 식각되는 식각율보다는 폴리머가 증착되는 증착율이 더 커야 하며, 이는 식각가스보다 많은 양의 증착가스의 공급을 통해 제어된다. 따라서 도 4에서 증착가스의 공급량을 의미하는 선(41a)의 기울기는 식각가스의 공급량을 의미하는 선(41b)의 기울기보다 큰 절대값을 나타낸다. 적층 단계(S1)에서의 증착율을 나타내는 선(31)은 증착 성분에 의한 선(41a)과 식각 성분에 의한 선(41b)이 합성된 결과이다. 마찬가지로 식각 단계(S2)에서, 식각가스의 공급량은 증착가스의 공급량보다 크게 설정된다. 즉 식각 단계(S1)에서는 폴리머가 증착되는 증착율보다는 폴리머가 식각되는 식각율이 더 커야 하며, 이는 증착가스보다 많은 양의 식각가스의 공급을 통해 제어된다. 따라서 도 4에서 식각가스의 공급량을 의미하는 선(42b)의 기울기는 증착가스의 공급량을 의미하는 선(42a)의 기울기보다 큰 절대값을 나타낸다. 식각 단계(S2)에서의 식각율을 나타내는 선(32)은 증착 성분에 의한 선(42a)과 식각 성분에 의한 선(42b)이 합성된 결과이다. 본 예에서, 적층 단계(S1) 및 식각 단계(S2)에서 사용하는 식각가스는 $S_xF_y(x, y는 정수)$ 가스를 포함한다. 그리고 적층 단계(S1) 및 식각 단계(S2)에서 사용하는 증착가스는 $C_xF_y(x, y는 정수)$ 가스를 포함한다.

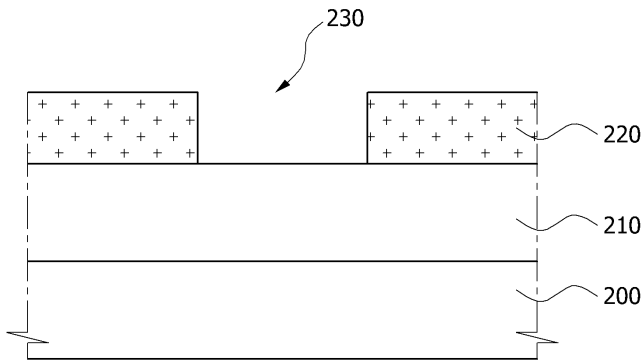
33...층 식각술

도면

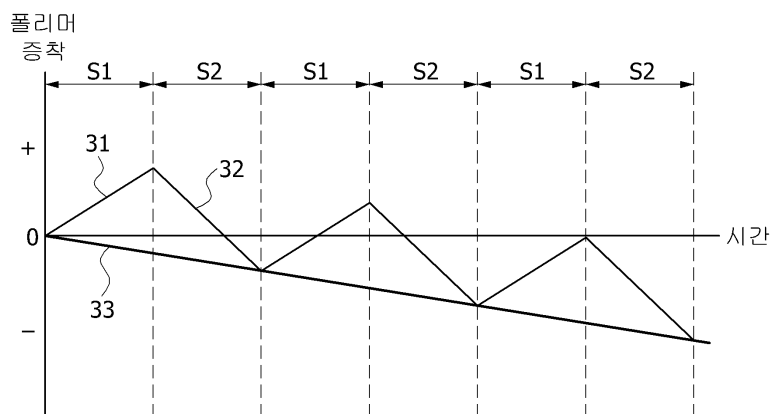
도면1



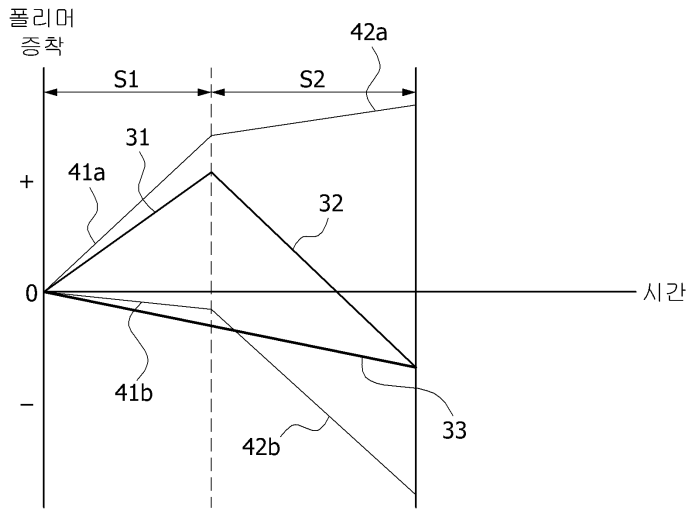
도면2



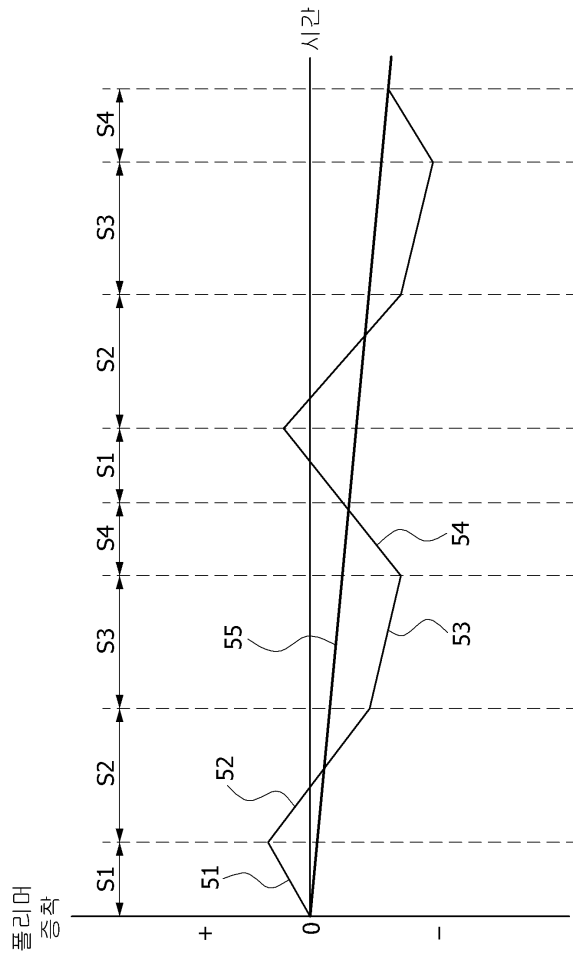
도면3



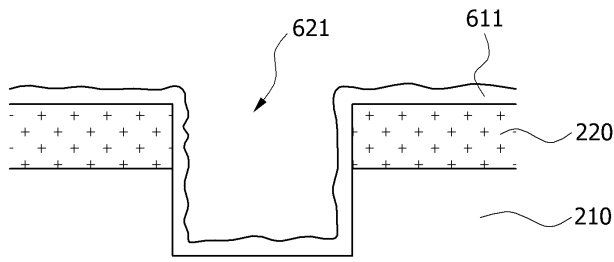
도면4



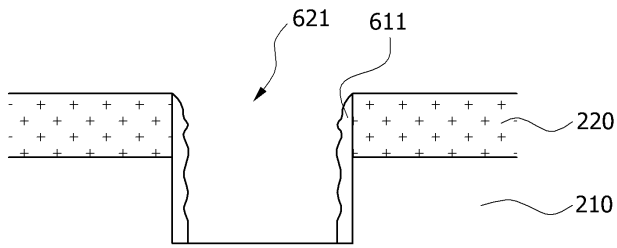
도면5



도면6



도면7



도면8

