



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0070399  
(43) 공개일자 2014년06월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**G11B 5/187** (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0143035  
(22) 출원일자 2013년11월22일  
심사청구일자 2013년11월22일  
(30) 우선권주장  
13/689,409 2012년11월29일 미국(US)

(71) 출원인  
시게이트 테크놀로지 엘엘씨  
미국 캘리포니아 95104 쿠퍼티노 사우쓰 디 엔자  
블러바드 10200  
(72) 발명자  
인투리, 벤카테스와라 라오  
미국 55379 미네소타 샐코피 칼라일 커브 6541  
티엔, 웨이  
미국 55347 미네소타 에덴 프레리 마셜 로드 9498  
문데너, 조셉  
미국 55347 미네소타 에덴 프레리 트렌턴 레인  
17189  
(74) 대리인  
특허법인 남앤드남

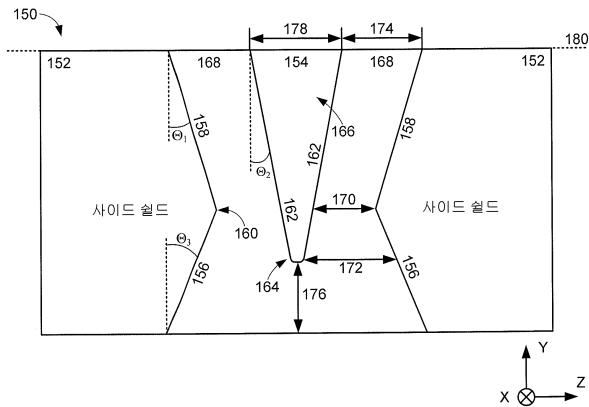
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 테이퍼진 사이드 쉴드 측벽들을 갖는 데이터 라이터

### (57) 요 약

일반적으로 데이터 라이터는, 폴 측벽과, 리딩 및 트레일링 에지들을 연결하는 연속하는 제 1 테이퍼 각도를 갖는 기입 폴로 적어도 구성될 수도 있다. 기입 폴은, 쉴드 선단으로 테이퍼진 제 1 및 제 2 쉴드 측벽들로 구성되는 사이드 쉴드 근처에 위치결정될 수 있으며, 쉴드 선단은 기입 폴과 사이드 쉴드 사이의 가장 근접한 지점이다.

### 대 표 도 - 도3



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

리딩(leading) 및 트레일링(trailing) 에지들을 연결하는 연속하는 제 1 테이퍼 각도를 갖는 폴 측벽을 구비한 기입 폴(write pole)을 포함하는 장치로서,

상기 기입 폴은, 쉴드 선단(shield tip)으로 테이퍼진 제 1 및 제 2 쉴드 측벽들로 구성된 사이드 쉴드 근처이며, 상기 쉴드 선단은 상기 기입 폴과 사이드 쉴드 사이의 가장 근접한 지점인, 장치.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 쉴드 선단은 리딩 및 트레일링 에지를 사이에 위치결정되어 있는, 장치.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 쉴드 측벽들은, 대각(opposing angles)으로 상기 쉴드 선단으로부터 연장되는, 장치.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 쉴드 측벽들 중 적어도 하나는, 상기 기입 폴의 상기 리딩 및 트레일링 에지들을 넘어 연속하여 연장되는, 장치.

### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 쉴드 측벽들은 상이한 제 2 및 제 3 테이퍼 각도들로 상기 쉴드 선단으로부터 연장되는, 장치.

### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 쉴드 선단은 상기 리딩 에지의 기부(proximal)에 위치결정되어 있는, 장치.

### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 쉴드 선단은, 상기 제 1 및 제 2 쉴드 측벽들을 연결하는 미리결정된 길이를 갖는 선형 측벽을 포함하는, 장치.

### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 선형 측벽은 상기 기입 폴의 상기 트레일링 에지에 직각으로 배향되어 있는, 장치.

### 청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 선형 측벽은 상기 리딩 및 트레일링 에지를 사이에 완전히 위치결정되어 있는, 장치.

### 청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 쉴드 선단은 상기 리딩 에지로부터 제 1 간격으로 그리고 상기 트레일링 에지로부터 제 2 간격으로 위치결정되어 있으며, 상기 제 1 간격은 상기 트레일링 에지보다 더 작은, 장치.

### 청구항 11

리딩 및 트레일링 에지들을 연결하는 연속하는 제 1 테이퍼 각도를 갖는 폴 측벽을 구비한 기입 폴을 포함하는 자기 엘리먼트로서,

상기 기입 폴은, 쉴드 선단으로 테이퍼진 제 1 및 제 2 쉴드 측벽들로 각각 구성된, 제 1 및 제 2 사이드 쉴드들 사이에 배치되고, 상기 제 1 및 제 2 사이드 쉴드들로부터 분리되며, 상기 쉴드 선단은 상기 기입 폴과 사이드 쉴드 사이의 가장 근접한 지점인, 자기 엘리먼트.

### 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 사이드 쉴드들은 상이한 총 수의 쉴드 측벽들을 갖는, 자기 엘리먼트.

### 청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 사이드 쉴드들 중 적어도 하나는, 상이한 자기 모멘트들을 갖는 다수의 충들을 포함하는, 자기 엘리먼트.

### 청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 다수의 충들은 상이한 두께들을 갖는, 자기 엘리먼트.

### 청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 다수의 충들 중 제 1 충은 제 1 자기 모멘트를 갖고 상기 리딩 에지의 기부에 위치결정되어 있으며, 상기 제 1 자기 모멘트는 상기 다수의 충들 중 제 2 충의 제 2 자기 모멘트보다 더 큰, 자기 엘리먼트.

### 청구항 16

제 11 항에 있어서,

레터박스(letterbox)를 형성하도록, 제 1 및 제 2 사이드 쉴드들 모두(both)의 제 1 쉴드 측벽은 상기 트레일링 에지를 넘어 연장되는, 자기 엘리먼트.

### 청구항 17

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 사이드 쉴드들 중 적어도 하나의 제 2 쉴드 측벽은 상기 리딩 에지로부터 다운트랙(downtrack)으로 평면을 연장하는, 자기 엘리먼트.

### 청구항 18

리딩 및 트레일링 에지들을 연결하는 연속하는 제 1 테이퍼 각도를 갖는 폴 측벽을 구비한 기입 폴을 포함하는 데이터 라이터로서,

상기 기입 폴은, 쉴드 선단으로 테이퍼진 제 1 및 제 2 쉴드 측벽들로 각각 구성되며 상기 트레일링 에지의 기부에 레터박스를 제공하는 제 1 및 제 2 사이드 쉴드들 사이에 배치되고, 상기 제 1 및 제 2 사이드 쉴드들로부터 분리되며, 상기 쉴드 선단은 상기 기입 폴과 사이드 쉴드 사이의 가장 근접한 지점인, 데이터 라이터.

### 청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 레터박스는 상기 기입 폴의 폴 폭보다 더 큰 미리결정된 폭을 갖는, 데이터 라이터.

## 청구항 20

제 18 항에 있어서,

상기 레터박스는 적어도 하나의 사이드 쉴드와 트레일링 쉴드의 결합(union)으로 형성되어 있는, 데이터 라이터.

## 명세서

### 발명의 내용

[0001]

다양한 실시형태들은 일반적으로 높은 데이터 비트 밀도의 데이터 저장 환경들에서 사용될 수 있는 데이터 라이터에 관한 것이다.

[0002]

다양한 실시형태들에 따라, 기입 폴은 폴 측벽과, 리딩 및 트레일링 에지들을 연결하는 연속하는 제 1 테이퍼 각도를 가질 수도 있다. 기입 폴은, 쉴드 선단(shield tip)으로 테이퍼진 제 1 및 제 2 쉴드 측벽들로 구성된 사이드 쉴드 근처에 위치결정(position)될 수도 있으며, 쉴드 선단은 기입 폴과 사이드 쉴드 사이의 가장 근접한 지점이다.

### 도면의 간단한 설명

[0003]

도 1은 다양한 실시형태들에 따라 구성되고(constructed) 동작되는 데이터 저장 디바이스의 예의 상측 관점 블록도이다.

도 2는 도 1의 데이터 저장 디바이스에 사용될 수 있는 자기 엘리먼트의 예의 단면 블록도를 도시한다.

도 3은 일부 실시형태들에 따라 구성된 자기 엘리먼트의 예의 일 부분의 ABS 관점 블록도를 나타낸다.

도 4는 다양한 실시형태들에 따라 구성된 자기 엘리먼트의 예의 일 부분의 ABS 관점 블록도를 보여준다.

도 5는 다양한 실시형태들에 따라 구성된 자기 엘리먼트의 예의 일 부분의 ABS 관점 블록도를 도시한다.

도 6은 일부 실시형태들에 따라 구성된 자기 엘리먼트의 예의 일 부분의 ABS 관점 블록도이다.

도 7은 다양한 실시형태들에 따라 수행된(conducted) 자기 엘리먼트 제조(fabrication) 루틴의 예에 대한 플로우차트를 제공한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0004]

데이터 저장 디바이스들이 더 큰 데이터 저장 용량과 더 빠른 데이터 액세스율들을 향해 진전됨에 따라, 잘못된 (errant) 자기 플러스의 자기 쇼팅은, 다양한 디바이스 컴포넌트들의 허용오차들과 물리적 크기가 감소하면서, 제조(manufacturing) 및 동작 성능 장애들의 심각한 원인(source)이 되었다. 데이터 비트들이 존재하는 (populate) 데이터 트랙들의 소형화가 인접 트랙 간섭(ATI)의 형태로 특정 동작의 장애를 제기할 수 있는 데 반해, 기입 폴과 자기 저항 라미네이션과 같은 자기 액세스 피쳐(feature) 근처에 측방(lateral) 자기 쉴드들을 위치결정하는 것은 액세스 피쳐의 자기 규모(magnetic extent)를 감소시킴으로써 ATI를 완화시킬 수도 있다. 그러나, 측방 자기 쉴드들의 추가는, 자기 쉴드들이 자기 액세스 피쳐를 위해 의도된 자화로 포화(saturate)됨에 따라, 자기장 및 자기 구배(magnetic gradient) 손실을 입을 수 있다. 이런 이유로, 자기장 및 구배를 감소시키지 않고, 감소된 형상 계수(form factor) 데이터 저장 디바이스들에서 구현될 수 있는 자기 쉴드 구성들 (configurations)에 대한 계속적인 산업 요구가 있다.

[0005]

따라서, 다양한 실시형태들은 일반적으로, 폴 측벽과, 리딩(leading) 및 트레일링(trailing) 에지들을 연결하는 연속하는 제 1 테이퍼 각도를 갖는 기입 폴(write pole)을 갖는 자기 엘리먼트에 관한 것이며, 여기서 기입 폴은 쉴드 선단으로 테이퍼진 제 1 및 제 2 쉴드 측벽들로 구성되는 사이드 쉴드 근처에 위치결정되어 있고, 쉴드 선단은 기입 폴과 사이드 쉴드 사이의 가장 근접한 지점이다. 기입 폴에 관한 쉴드 선단의 위치(position) 및 쉴드 선단으로부터의 쉴드 측벽들의 각도 배향은, 미리결정된 자기 규모를 제공하도록 선택적으로 조정될 수 있다. 이러한 조정된 자기 쉴드 구성들은, 데이터 비트 액세스에 기여하는 대신에 쉴드들을 포화시키는

(saturate) 자기 플러스를 추가적으로 완화시킬 수 있다.

[0006] 적어도 하나의 조정된 자기 셀드가 무제한으로 다양한 환경들에서 실행(practice)될 수도 있는 데 반해, 도 1은 다양한 실시형태들에 따른, 조정된 자기 엘리먼트를 활용할 수 있는 데이터 저장 디바이스(100)의 예의 상측 관점 블록도를 일반적으로 도시한다. 데이터 저장 디바이스(100)는 비제한적 구성으로 나타내며, 여기서 구동(actuating) 어셈블리(102)는 변환(transducing) 헤드(104)를, 저장된 데이터 비트들(108)이 미리결정된 데이터 트랙들(110) 상에 위치되어 있는 자기 저장 매체(106) 상의 다양한 위치(location)들에 대해 위치결정할 수 있다. 저장 매체(106)는, 공기 베어링 표면(ABS)을 제작(produce)하기 위해 사용 중 회전하는 하나 또는 2개 이상의 스픬들 모터들(112)에 부착될 수 있으며, 공기 베어링 표면 상에서 구동 어셈블리(102)의 슬라이더 부분(114)은, 변환 헤드(104)를 포함하는 헤드 짐벌 어셈블리(HGA)(116)를 위치결정하기 위해 매체(106)의 미리결정된 부분 위에서 비행(fly)한다.

[0007] 변환 헤드(104)는, 자기 라이터, 자기 응답 리더 및 자기 셀드들과 같은 하나 또는 2개 이상의 변환 엘리먼트들로 구성될 수 있으며, 이는 저장 매체(106)의 선택된 데이터 트랙들(110)로부터의 데이터를 각각 프로그래밍하고 관독하도록 동작한다. 이 방식으로, 구동 어셈블리(102)의 제어된 움직임(motion)은, 저장 매체 표면들 상에 데이터를 기입, 관독, 및 재기입하도록 정의된 데이터 트랙들(110)과 변환기들의 열라인먼트(alignment)와 부합한다. 데이터 비트들(108)이 더 작은 방사 방향 폭들로 데이터 트랙들(110)에 더 조밀하게 위치결정되어 감에 따라, 헤드(104)는 인접 데이터 트랙들(110) 상의 데이터 비트들로부터 자기 플러스를 의도하지 않게 수신할 수도 있으며, 이는 데이터 저장 디바이스(100)의 성능을 저하시키는 자기 소음 및 간섭을 유도할 수 있다.

[0008] 도 2는, 감소된 형상 계수 데이터 트랙들 및 더 조밀하게 패킹된 데이터 비트들의 영향들을 완화시키도록, 자기 셀딩으로 구성된 자기 엘리먼트(120)의 예의 단면 블록도를 보여준다. 도시된 바와 같이, 자기 엘리먼트(120)는, 자기 리더(122) 및 라이터(124)와 같은 하나 또는 2개 이상의 데이터 액세스 엘리먼트들을 포함할 수 있으며, 이는 도 1의 매체(106)와 같은 인접 저장 매체로부터 데이터를 리트리브(retrieve)하도록 또는 인접 저장 매체에 데이터를 기입하도록 개별적으로 또는 동시에 동작할 수 있다. 각 자기 엘리먼트(122 및 124)는 다양한 셀드들 및 변환 엘리먼트로 구성되며, 이는 데이터 트랙(126)을 따라, 대응하는 데이터 매체로부터 데이터를 관독하도록 그리고 대응하는 데이터 매체에 데이터를 기입하도록 작용(act)한다.

[0009] 자기 관독 엘리먼트(122)는, 리딩 및 트레일링 셀드들(132 및 134) 사이에 배치된 자기저항 층(130)을 갖는다. 한편, 기입 엘리먼트(124)는 기입 폴(136)과, 인접 저장 매체에 미리결정된 자기 배향을 부여하기 위해 기입 회로를 생성하는 적어도 하나의 리턴 폴(138)을 갖는다. 도 2에 도시된 기입 엘리먼트(124)의 비제한적 구성에 있어서, 2개의 리턴 폴들(138)이 각각 비자기 캡 층(140)과 트레일링 셀드(142) 각각에 접촉하게 근처이며, 이는 폴들(136 및 138)로부터의 플러스가 기입 엘리먼트(124)의 경계들을 넘어 연장(extend)되는 것을 방지한다. 각 리턴 폴(138)은, 기입 폴들(136 및 138)의 자기 분리를 유지하는 절연 재료(144)에 추가로 접촉한다.

[0010] 자기 엘리먼트(120)의 셀드들은, 도 1의 비트들(108)과 같은 외부 비트들에 인카운터링하는(encountering) 타이밍에 관하여 그들의 위치에 의해 특징지어질 수 있다. 다시 말해, 변환 엘리먼트들(122 및 124) 전에 외부 비트들에 인카운터링하는 셀드들은 "리딩" 셀드들인 데 반해, 변환 엘리먼트들 후에 비트들을 보는(see) 셀드들은 "트레일링" 셀드들이다. 이러한 특징은, 자기 엘리먼트(120) 및 외부 비트들에 대한 이동(travel)의 방향에 따라 셀드들이 리딩 또는 트레일링 중 어느 하나 그리고 업트랙 또는 다운트랙 중 어느 하나일 수 있다는 점에서, 변환 엘리먼트들의 "업트랙(uptrack)" 또는 "다운트랙(downtrack)" 사이의 차이점으로 확대해석된다(extend).

[0011] 자기 엘리먼트(120)는, Y축을 따라 위치결정된 복수의 셀딩 층들을 가지고 있어 자기 플러스가 업트랙 및 다운트랙 자기 비트들에 도달하는 것을 무효화(dispel)하는 데 반해, 증가된 데이터 비트 밀도들은 Z축을 따른 추가적인 셀딩과 부합하는 더 빽빽한 데이터 트랙들(126)을 이끌어낸다. 기입 폴(136)에 관한 Z축에서의 사이드 셀드들의 추가는, 감소된 데이터 트랙(126) 폭에 합치하도록, 기입 폴(136)의 자기 규모를 케이터링(cater)할 수 있지만, 이러한 추가는, 기입 폴을 통해 흐르는 대신 자화가 사이드 셀드들을 포화시킴에 따라 자기장 진폭 및 구배를 감소시킬 수 있다. 자기장에서의 이 감소는 기입 폴(136)의 자기 감도 및 데이터 프로그래밍 효율성을 동작 중에(operationally) 감소시킬 수 있으며, 이는 기입 폴이 인접 데이터 트랙들(126)의 데이터 비트들을 의도하지 않게 프로그래밍함에 따라 선형 데이터 비트 밀도 용량을 열화시키고, 사이드 트랙 삭제의 가능성(chance)들을 증가시키는 것을 야기할 수 있다.

[0012] 도 3은, 다양한 실시형태들에 따라 기입 폴(154)의 반대측(opposite side)들 상에 조정된 사이드 셀드들(152)을 이용하는 자기 엘리먼트(150)의 예의 일부분의 ABS 관점 블록도를 제공한다. 각 사이드 셀드(152)는 셀드 선단(160)으로 테이퍼진 제 1 셀드 측벽(156) 및 제 2 셀드 측벽(158)으로 구성되어 있는 데 반해, 기입 폴(154)은

풀 바디(166)로부터 업트랙에 위치결정된 풀 선단(164)으로 테이퍼진 풀 측벽들(162)을 갖는다. 도 3은 미리결정된 트랙에 열라인된 바와 같이 일반적으로 도시되어 있음이 이해될 것이며, 여기서, 자기 엘리먼트(150)의 바닥(bottom) 부분은 업트랙이고 엘리먼트(150)의 상부(top) 평면에서 다운트랙 부분 전에 데이터 비트에 인카운터링할 것이다.

[0013] 풀 측벽(162) 각도( $\theta_2$ )에 매칭(match)되도록 쉴드 측벽(158) 각도( $\theta_1$ )를 구성함으로써, 풀 바디(166)로부터 풀 선단(164)으로 균일한 기입 캡(168)을 갖는 사이드 쉴드들(152)을 구성하는 것은, 기입 풀(154)에 대한 제어된 자기 규모를 제공할 수 있지만, 기입 풀(154)을 통해 전달되는(transmitted) 대신에 사이드 쉴드들(152)을 포화시키도록 자기 플러스용 도관을 제공할 수도 있다. 이러한 자기 문제(concern)들을 염두에 두고, 하나 또는 2개 이상의 사이드 쉴드(152)가 도시된 바와 같이 구성될 수 있어, 쉴드 선단(160)은 기입 풀(154)과 사이드 쉴드(152) 사이의 가장 근접한 지점이다. Y축을 따라 쉴드 선단(160)의 수직 위치를, 그리고 쉴드 측벽들(156 및 158) 각각의 테이퍼 각도들( $\theta_1$  및  $\theta_3$ )을 조정하는 능력은, 기입 풀(154)과 사이드 쉴드들(152) 사이에 용이한 자기 도관들을 제공하지 않고 기입 풀(154)의 자기 규모를 제어할 수 있다.

[0014] 비제한적 예로서, 각 사이드 쉴드(152)는, 쉴드 선단(160)이 리딩 에지로서 특징지어질 수 있는 풀 선단(164)과, 트레일링 에지로서 특징지어질 수 있는 풀 바디(166) 사이에서 위치결정되도록 구성될 수도 있으며, 쉴드 측벽들(156 및 158)은 풀 측벽(162)으로부터 쉴드 선단(160)으로의 간격(170)이 풀 측벽(162)으로부터 제 1 쉴드 측벽(156) 또는 제 2 쉴드 측벽(158)으로의 간격(172 및 174) 중 어느 하나보다 더 작도록 쉴드 선단(160)으로부터 상이한 방향들 및 각도들( $\theta_1$  및  $\theta_3$ )로 각각 연장된다. 다양한 실시형태들은, 사이드 트랙 삭제 및 인접 트랙 간섭을 모두(both) 감소시키도록 기입 풀(154)의 자기 규모를 구성하기 위해, 간격(174)이 간격(170)의 2배가 되도록 그리고 간격(172)보다 더 커지도록 조정한다.

[0015] 풀 선단(164) 기부(proximal)의 프린지(fringe) 자기장들의 존재(presence)는, 사이드 트랙 삭제 조건에서 인접 데이터 트랙들의 의도하지 않은 프로그래밍에 기여할 수 있다. 이러한 조건은, 업트랙이 풀 선단(164)으로부터 미리결정된 간격(176)으로 연장되도록 쉴드 측벽들(156)의 길이를 조절함으로써 적어도 완화될 수도 있으며, 이는 평면(180)에서 풀 바디(166)의 미리결정된 폭(178)보다 더 클 수도 있다. 쉴드(156, 158) 및 풀 측벽들(162)의 테이퍼 각도들( $\theta_1$ ,  $\theta_2$  및  $\theta_3$ )은 물론 쉴드 선단(160)의 위치와 같은 광범위하게 다양한 조정 가능한 자기 엘리먼트의 특징들로, 기입 풀(154)의 자기 규모는 다수의 상이한 형태(shape)들로 조작될 수 있으며, 이는, 특히 감소된 형상 계수의, 높은 데이터 비트 밀도 저장 디바이스들에서 데이터 기입 성능을 증가시킬 수 있다.

[0016] 도 4는, 일부 실시형태들에 따라 다양한 구조적 피쳐들로 조정된 자기 엘리먼트(190)의 예의 일 부분의 ABS 관점 블록도를 도시한다. 자기 엘리먼트(190)는, 레터박스(198), 쉴드 측벽들(200 및 202), 및 풀 측벽들(204)과 같은 피쳐들을 변경하는 자기 규모로 각각 구성된, 사이드 쉴드들(194)과 트레일링 쉴드(196) 사이에 배치된 기입 풀(192)을 갖는다. 기입 풀(192)은 선형 트레일링 에지(204) 및 만곡(curved) 리딩 에지 풀 선단(206)으로 구성되고, 이를 사이에 쉴드 선단(208)이 위치결정되어 있으며, 이로부터 쉴드 측벽들(200 및 202)은 각 측벽(200 및 202)이 리딩 에지(206) 및 트레일링 에지(204)의 경계(bound)들을 넘게 되는 길이들로 연장된다.

[0017] 도 3의 쉴드 및 풀 측벽들을 가짐으로써, 다양한 측벽들(200, 202 및 204)은 비제한적으로 다양한 각도들( $\theta_1$ ,  $\theta_2$  및  $\theta_3$ )로 조정될 수 있으며, 이는 리딩 에지(206), 트레일링 에지(204) 및 쉴드 선단(208)에서 상이한 쉴드 대 풀의 간격들을 허용한다. 다양한 측벽들의 조정된 각도들 및 사이드 쉴드(194)와 기입 풀(192) 사이의 캡의 크기에 관계없이, 기입 풀(192)로부터 다운트랙으로의 레터박스(198)의 포함은, 풀(192)로부터의 자기 플러스 순실을 최소화하면서 충분한 자기 쉴딩을 제공할 수 있으며, 이는 기입 필드 구배, 진폭, 및 게인(gain)을 증가시킨다. 레터박스(198)는 사이드 쉴드(194) 및 트레일링 쉴드(196)로부터 부분적으로 형성되어 있는 바와 같이 보이지만, 이러한 구성은, 사이드 쉴드(194) 또는 트레일링 쉴드(196) 중 어느 하나의 부분(part)으로서 레터박스를 완전히 통합하도록 기꺼이(at will) 변경될 수 있다.

[0018] 레터박스(198)의 위치 및 형태는, 기입 풀(192)의 자기 쉴딩과 기입 필드 게인과 구배 사이의 균형을 제공하도록 다양한 실시형태들에서 조정될 수도 있다. 즉, 폭(210)과 기입 풀(198)로부터의 간격(212)은, 기입 풀(192)에 대한 미리결정된 쉴딩 및 자기 성능 특징들을 제공하도록, 연속적인 곡선 및 직사각형과 같은 전체적인 형태에 따라 조정될 수도 있다. 조정된 레터박스(198)의 추가는, 표유 필드들(stray fields)이 기입 풀(192)에 가장 근접한 가장 긴 측벽을 갖는 조정된 쉴드 측벽들(200 및 202)에 의해 제공된 형태 이방성에 의해 적어도 감소됨에 따라, 자기 오버슈트(overshoot)를 감소시킬 수 있다. 레터박스(198)는, 사이드 트랙 삭제를 감소시

키고 자기 전이 곡률(magnetic transition curvature)을 증가시키도록, 기입 폴(192)의 리딩 에지(206) 및 트레일링 에지(204) 각각으로부터의 쉴드 선단(208)의 리딩 간격(214) 및 트레일링 간격(216)에 의해 제공된 쉴드 선단(208)의 조정된 위치에 의해 보완될 수도 있다.

[0019] 사이드 쉴드들(194), 기입 폴(192) 및 레터박스(198)의 구성들은 쉴딩 재료를, 기입 폴(192)의 선택된 부분들의 미리결정된 근처(proximity)에 위치결정할 수 있으며, 자기적 절연 재료가 쉴드들(194 및 196)과 기입 폴(192) 사이에 배치되는 것을 허용할 수 있는 데 반해, 다양한 자기 엘리먼트(190) 컴포넌트들은 최적화된 자기 기입 필드들을 제공하는 동안 기입 폴(192)의 자기 규모를 조작하도록, 형태, 재료, 크기 및 위치에 대해 더 조정될 수도 있다. 도 5는 다양한 실시형태들에 따라 조정된 자기 엘리먼트(220)의 예의 일 부분의 ABS 관점 블록도를 일반적으로 보여준다. 자기 엘리먼트(220)는, 2개 이상의 쉴드 측벽들을 제공하도록 각각 조정된 사이드 쉴드들(224) 사이에 배치된 기입 폴(222)을 갖는다.

[0020] 도시된 바와 같이, 기입 폴(222)은, 리딩 에지(228) 및 트레일링 에지(230)를 연결하는 반대측으로 대향되는 폴 측벽들(226)을 갖는 실질적으로 사다리꼴의 형태를 갖는다. 각 사이드 쉴드(224)는, 선단 측벽(238)으로 이루어진 쉴드 선단(236)으로부터 미리결정된 각도로 테이퍼진 제 1 쉴드 측벽(232) 및 제 2 쉴드 측벽(234)으로 구성된다. 도 4의 쉴드 선단(208)과 비교하여, 쉴드 선단(236)은 2개의 표면들이 만나는 지점이 아니라, 대신에 다른 쉴드 측벽들(232 및 234)을 연결하는 미리결정된 길이(240)를 갖는 표면이다. 선단 측벽(238)에 대한 선형 표면의 사용은, 또는 대안적으로 일부 실시형태들에서 연속하는 곡선 표면의 사용은, 기입 폴(222)과 사이드 쉴드들(224) 사이의 기입 캡이 폴 측벽(226)에 관해 미리결정된 간격들(242 및 244)로 변화하는 것을 허용하는 또 다른 조정 가능한 구조적 표면을 제공한다.

[0021] 선단 측벽(238)의 형태 및 위치는, 쉴드 측벽들(232 및 234)이 일 지점에서 만나는 경우, 쉴드 측벽들이 기입 폴(222)에 지나치게 가까워지게 할 수 있는 각도들로 제 1 쉴드 측벽(232) 및 제 2 쉴드 측벽(234)이 테이퍼지고 연장되는 것을 허용할 수 있다. 예컨대, 선단 측벽(238)의 길이는, 제 2 쉴드 측벽이 기입 폴(222)의 트레일링 에지(230)에 대해 미리결정된 간격을 제공하기 위해, 선단 측벽(238)의 길이(240)가 존재하지 않는 경우보다, 쉴드 선단(236)으로부터 더 작은 각도로 연장되는 것을 허용할 수도 있다. 이러한 더 작은 쉴드 측벽 각도들은 일부 실시형태들에서, 기입 폴(222)로부터 미리결정된 다운트랙 간격(248), 미리결정된 사이드 쉴드 폭(246)을 형성하도록 활용될 수도 있으며, 이는 사이드 쉴드(224) 및/또는 트레일링 쉴드에 레터박스를 추가적으로 제조하지 않고 레터박스 타입의 기입 필드 개인 및 구배 최적화를 생성할 수 있다.

[0022] 다양한 쉴드 및 폴 측벽들을 조정함으로써 가능한, 광범위하게 다양한 쉴딩 구성들은, 기입 폴(222)의 반대측들 상의 미리 구조들에 제한되는 것은 아니다. 도 6은 일부 실시형태들에 따라 구성된 상이한 사이드 쉴드(264 및 266) 구성들로, 기입 폴(262)의 자기 규모를 제어하도록 자기 엘리먼트(260)의 예가 어떻게 조정될 수 있는지를 일반적으로 도시한다. 자기 엘리먼트(260)의 ABS 관점은, 상이한 자기 쉴딩 특징들 및 구조적 배향들을 갖는 다수의 상이한 재료들의 라미네이션으로서 구성된 제 1 사이드 쉴드(264)를 보여준다.

[0023] 도 6에 도시된 예에서, 제 1 사이드 쉴드(264)는, Y축을 따른 상이한 두께들(274, 276 및 278) 및 폴 측벽(286)( $\Theta_3$ )에 관한 상이한 각도들( $\Theta_1$  및  $\Theta_2$ )로 배향된 상이한 쉴드 측벽들(280, 282 및 284)을 각각 갖는, 제 1 쉴드 층(268), 제 2 쉴드 층(270), 및 제 3 쉴드 층(272)을 갖는다. 일부 실시형태들은 쉴드 측벽들(280, 282 및 284)들이, 사이드 쉴드(264)와 기입 폴(262)의 리딩 에지 사이에 리딩 간격(288)을 제공하도록 구성하며, 이는 사이드 쉴드(264)와 기입 폴(262)의 트레일링 에지 사이의 트레일링 간격(290)의 절반이다. 트레일링 간격(290)의 절반으로서 리딩 간격(288)을 구성하는 것은, 인접 트랙 간섭을 최소화하도록 최적화된 기입 필드를 제공할 수 있다.

[0024] 제 1 사이드 쉴드(264)와 기입 폴(262) 사이의 기입 캡을 증가시키는 것은, 상이한 자석 모멘트들을 나타내는 재료들의 사용에 의해 보완될 수 있다. 예컨대, 제 1 층(268)은, 2.4테슬라(Tesla)와 같은 제 1 미리결정된 모멘트로 구성될 수 있는 데 반해, 제 2 층(270)은 1.4테슬라와 같은 상이한 제 2 미리결정된 모멘트를 가지며, 제 3 층(272)은 1.0테슬라와 같은 상이한 제 3 미리결정된 모멘트로 구성된다. 상이한 층들(268, 270 및 272)의 자기 모멘트들을 변화시키는 것은, 특히 리딩 폴 선단(292) 기부에서 표유 자계들이 제어되기 때문에, 기입 필드 손실을 최소화할 수 있다. 기입 폴(262)에 관한 크기, 위치 및 다양한 사이드 쉴드(264) 라미네이션의 재료를 조정하는 능력은, 기입 폴(262)의 정밀한 아티클레이션(precise articulation)의 자기 특징들과 자기 규모를 허용할 수 있는 추가적인 조정 애스펙트들을 제공한다.

[0025] 다수의 상이한 쉴드 층들(268, 270 및 272) 및 재료들의 사용은 정밀한 조정 역량(capability)들을 제공할 수 있는 데 반해, 추가적인 제조의 복잡성 및 프로세싱은 라미네이트된 사이드 쉴드 구성의 효과들을 상쇄시킬 수

도 있다. 제 2 사이드 쉴드(266)는, 기입 폴(262)과 제 2 사이드 쉴드(266) 사이에서 가장 근접한 지점인 쉴드 선단(302)을 제작하기 위해, 상이한 각도 배향들( $\Theta_4$ ,  $\Theta_5$ ,  $\Theta_6$  및  $\Theta_7$ )로 구성된 복수의 쉴드 측벽들(294, 296, 298 및 300)로 단일 층 및 재료가 어떻게 구성될 수 있는지를 보여준다.

[0026] 쉴드 선단(302)의 위치는, 폴 측벽(286)의 임의의 미리결정된 부분의 기부에 위치결정될 수도 있지만, 이러한 미리결정된 부분은, 사이드 쉴드가 리딩 폴 선단(292)으로부터 다운트랙으로 평면을 연장하는 경우 기입 폴(262)의 트레일링 부분을 더 향할 수도 있다. 즉, 쉴드 선단(302)의 위치는, 사이드 쉴드(266)가 연장되는 다운트랙 간격(304)에 따라 선택될 수도 있다. 이러한 다운트랙 간격(304)은, 미리결정된 인접 트랙 간섭 및 사이드 트랙 삭제 완화를 제공하기 위해 자기 쉴딩과 기입 필드 개인 및 구배의 균형을 이루도록, 리딩 간격(306), 선단 간격(308) 및 트레일링 간격(310)을 더 변경할 수도 있다.

[0027] 기입 필드 및 데이터 비트 프로그래밍 성능(performance)을 최적화할 수 있는 다양한 비제한적 사이드 쉴드 구성들로, 자기 엘리먼트의 구성은, 자기 동작을 조정하도록 일련의 일반적이며 구체적인 판단들을 받을 수 있다. 도 7은 자기 엘리먼트의 자기 쉴딩 및 자기 기입 필드 성능을 조정하도록, 다양한 실시형태들에 따라 수행된 자기 엘리먼트 제조 루틴(330)의 예를 제공한다. 처음에, 루틴(330)은 단계 332에서, 미리결정된 형태, 측벽들 및 폴 선단으로 기입 폴을 구성한다.

[0028] 판단 334는 하나, 또는 양(both) 사이드 쉴드들이 다층 라미네이션으로서 구성되는지의 여부를 판단한다. 복수의 상이한 사이드 쉴드 층들이 판단 334로부터 활용될 경우, 단계 336은 미리결정된 재료들, 두께들 및 쉴드 측벽 각도 배향들로 각 사이드 쉴드 층을 연속적으로 형성한다. 그에 반해, 단계 338은 단일 사이드 쉴드 층을 증착(deposit)하고, 그로부터 연장되는 미리결정된 수의 쉴드 측벽들로 쉴드 선단을 형성한다. 다양한 실시형태들은, 리딩 에지로부터 폴 측벽의 길이의 10%, 30% 또는 50%와 같이 기입 폴의 미리결정된 부분의 기부에 쉴드 선단을 위치결정하는 다른 실시형태들에 따라 쉴드 측벽들이 기입 폴의 리딩 및 트레일링 에지들을 넘어 연장되도록 구성한다.

[0029] 기입 폴의 반대측들 상에 사이드 쉴드들의 형성은, 단계들 336 및 338을 1회, 또는 다수의 회 수행하는 것을 통해 완수될 수 있음에 주의되어야 한다. 기입 폴의 반대측들 상에 사이드 쉴드들의 형성은, 루틴(330)을 판단 340으로 진전시키며, 여기서 도 4의 레터박스(198)와 같은 레터박스의 포함이 고려된다. 단계 342는, 직사각형, 사다리꼴 및 직사각형 형태들과 같은 미리결정된 형태, 미리결정된 크기 및 기입 폴로부터의 미리결정된 간격을 갖는 레터박스를 형성한다. 이러한 레터박스 구성은, 사이드 쉴드들과, 단계 344에서 후속하여 증착되는 트레일링 쉴드 중 하나 또는 모두(both)의 프로세싱을 통합할 수도 있다. 즉, 레터박스는 사이드 또는 트레일링 쉴드들에 완전히 통합되거나, 사이드 및 트레일링 쉴드들 모두(both)에 의해 제공된 표면들의 조합으로 이루어질 수도 있다.

[0030] 판단 340에서, 레터박스가 자기 엘리먼트에 통합되지 않는 경우, 단계 344는, 내부의 레터박스 개구를 형성하지 않고 기입 폴로부터 미리결정된 간격으로 트레일링 쉴드를 증착한다. 루틴(330)의 다양한 판단들 및 단계들을 통해, 자기 엘리먼트는, 다양한 사이드 쉴드 측벽들, 간격들 및 쉴드 선단 위치들의 조정된 구성들을 통해 자기 쉴딩과 기입 필드 성능의 균형을 이룸으로써 성능에 대해 최적화될 수 있다. 예컨대, 테이퍼진 쉴드 측벽들 및 쉴드 선단의 위치는, 사이드 트랙 삭제 및 인접 트랙 간섭과 같은 의도하지 않은 성능 특징들의 감소, 또는 최소화된 리스크와 결합되어 더 많은, 또는 더 적은 자기 쉴딩을 제공하도록 기입 폴에 관해 다양한 위치들에 구성될 수 있다.

[0031] 그러나, 다양한 판단들 및 단계들이 생략, 변경, 및 추가될 수 있으므로, 도 7에 나타낸 루틴(330)의 다양한 단계들 및 판단들이 요구되거나 제한되는 것은 아님에 주의되어야 한다. 예로서, 판단 334 및 단계들 336 및 338은, 기입 폴의 반대측들 상에 위치결정된 사이드 쉴드들을 구성하도록, 유사하거나 상이한 결과들로 다수의 회를 수행될 수 있다.

[0032] 미리결정된 자기 쉴딩 및 데이터 비트 프로그래밍 성능을 제공하도록 조정될 수 있는 다양한(plethora) 사이드 쉴드의 구조적 파라미터들은, 기입 폴의 자기 규모를 제어할 수 있는 방대한(vast) 가능성 있는 사이드 쉴드 구성들을 나타낸다. 이러한 사이드 쉴드 구성들은, 최적화된 기입 필드 개인 및 구배를 갖는 강화된 자기장 성능을 제공하도록 조정될 수도 있는 데 반해, 다른 구성들은 잘못된 자기장을 및 사이드 쉴드들의 자기 포화에 기인하는 의도하지 않은 성능 조건들을 최소화하도록 조정될 수도 있다. 기입 폴에 관한 사이드 쉴드들의 다양한 구조적 애스펙트들을 조정함으로써 이들 다양한 성능 특징들의 균형을 이루는 능력은, 특히 증가된 데이터 비트 밀도의, 감소된 형상 계수 데이터 저장 디바이스들에 대한 순응성(adapting)에 관해, 사이드 쉴드 구성의 다용

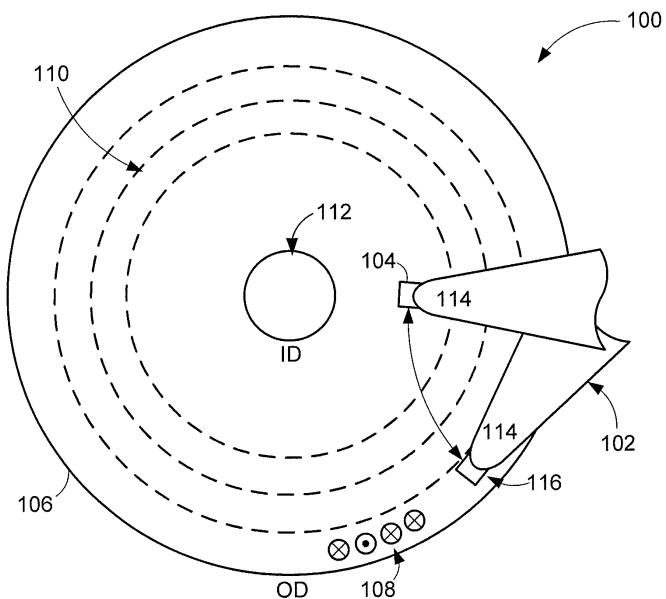
성(versatility)을 나타낸다(convey).

[0033]

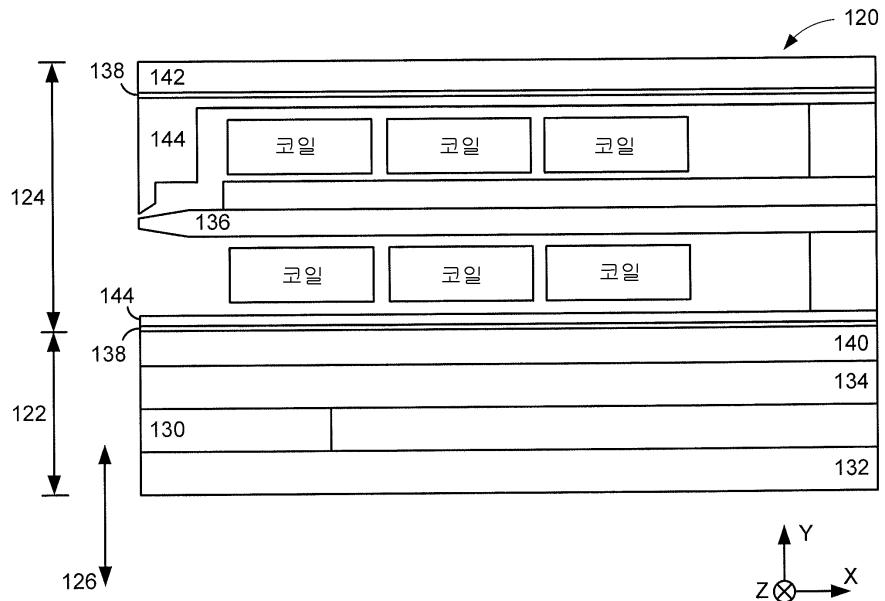
게다가, 실시형태들은 자기 프로그래밍에 관한 것인 데 반해, 청구된 발명은 데이터 저장 디바이스 애플리케이션들을 포함하는 임의의 수의 다른 애플리케이션들에서 용이하게 활용될 수 있음이 인식될 것이다. 본 개시물의 다양한 실시형태들의 다수의 특징들 및 구성들이, 다양한 실시형태들의 구조 및 기능의 상세들과 함께 상술한 설명에서 진술되었지만, 본 상세한 설명은 오직 예시이며, 특히 본 개시물의 원리를 내에서, 첨부된 청구항들이 표현되는 용어들의 넓은 일반적인 의미에 의해 명시되는 최대한의 범위(extent)로, 부분들의 구조 및 어레인지먼트들(arrangements)에 관해서 변경들이 구체적으로(in detail) 이루어질 수도 있음이 이해될 것이다. 예컨대, 특정 엘리먼트들은 본 기술의 정신 및 범위(scope)로부터 벗어나지 않고 특정 애플리케이션에 따라 변화할 수도 있다.

## 도면

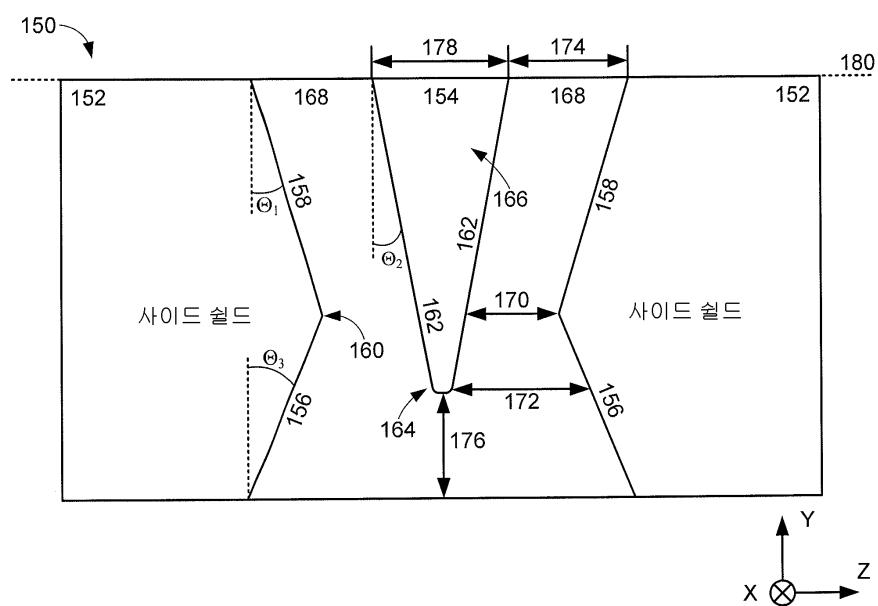
### 도면1



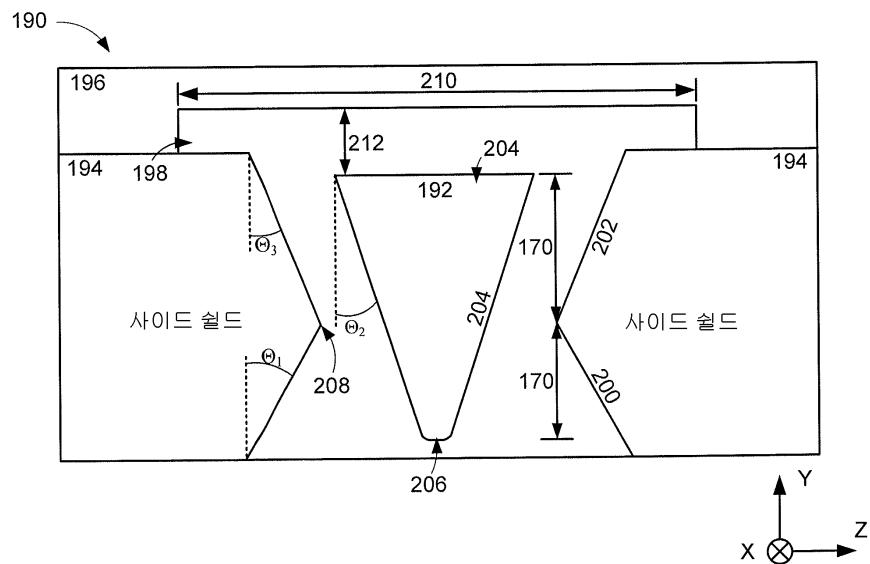
도면2



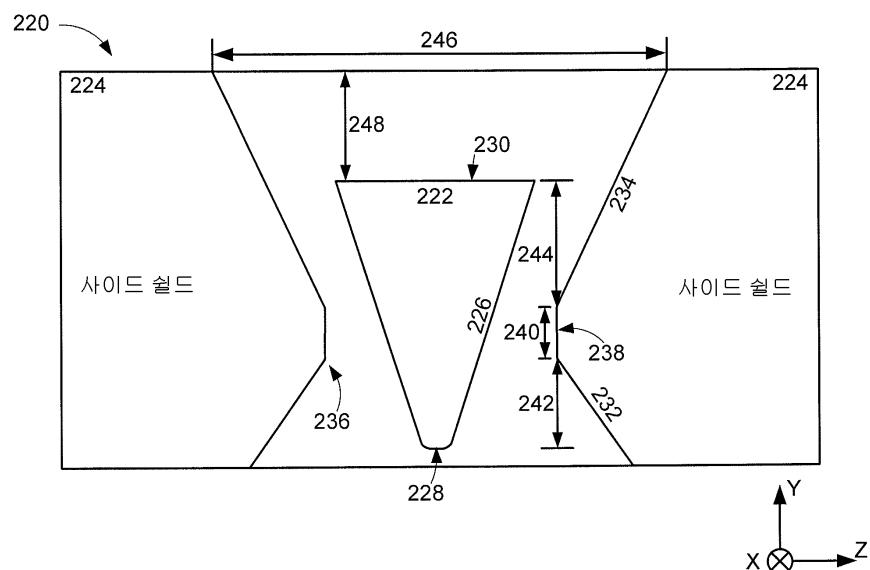
도면3



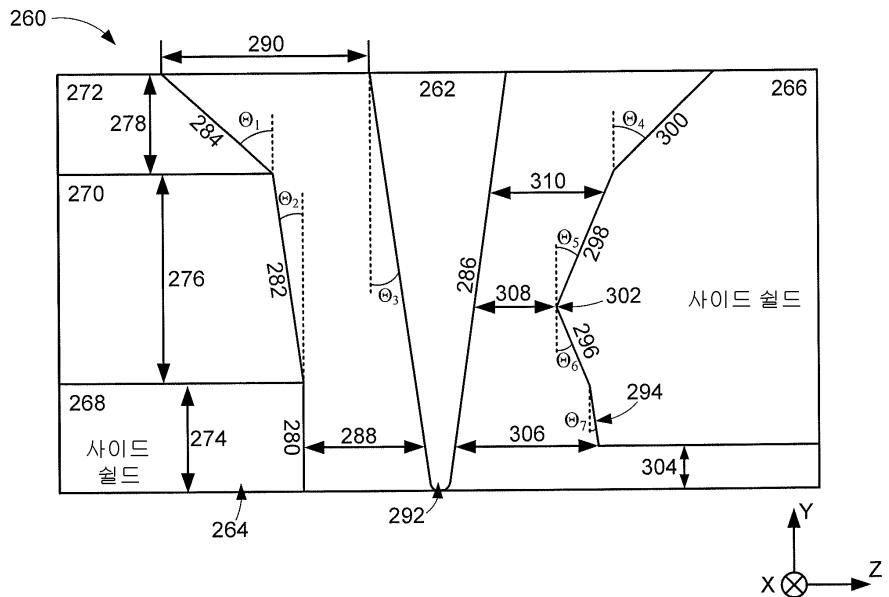
## 도면4



## 도면5



## 도면6



## 도면7

