



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2014년05월19일  
 (11) 등록번호 10-1396203  
 (24) 등록일자 2014년05월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G01L 5/16 (2006.01) G01L 1/00 (2006.01)  
 G01B 11/16 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2013-0026570  
 (22) 출원일자 2013년03월13일  
 심사청구일자 2013년03월13일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2010046141 A  
 KR1020100087090 A

(73) 특허권자  
 한국생산기술연구원  
 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89  
 (72) 발명자  
 이수용  
 대구 달서구 한실로 30, 902동 2001호 (도원동, 아람마을아파트)  
 권순오  
 경북 안동시 변영1길 23, (남문동)  
 김영진  
 충남 천안시 서북구 미라2길 19, 102동 1603호 (쌍용동, 광명아파트)  
 (74) 대리인  
 정희환

전체 청구항 수 : 총 9 항

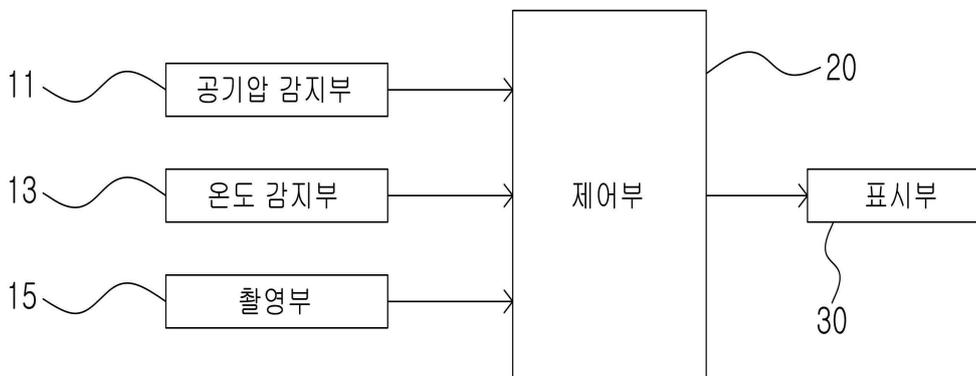
심사관 : 김수현

(54) 발명의 명칭 **에어 쿠션 동작 감지 장치 및 방법**

**(57) 요약**

본 발명은 에어 쿠션 동작 감지 장치에 관한 것으로서, 상기 에어 쿠션 동작 감지 장치는 내부에 공기가 충전되어 있고 내부면에 복수의 패턴이 배열되어 있는 에어 쿠션, 상기 에어 쿠션 내부의 공기압을 감지하여 해당하는 공기압 감지 신호를 출력하는 공기압 감지부, 상기 에어 쿠션 내부의 온도를 감지하여 해당하는 온도 감지 신호를 출력하는 온도 감지부, 상기 에어 쿠션 하부에 위치하여 상기 복수의 패턴을 촬영하여 촬영된 각 패턴에 대한 패턴 영상을 출력하는 촬영부, 상기 공기압 감지부, 상기 온도 감지부 및 상기 촬영부에 연결되어 있고, 상기 공기압 감지 신호를 이용해 상기 에어 쿠션 내부의 공기압을 판정하고, 상기 온도 감지 신호를 이용하여 상기 에어 쿠션 내부의 온도를 판정하며, 촬영된 상기 패턴 영상과 초기 패턴 영상을 비교하여 상기 에어 쿠션과 상기 에어 쿠션 외부에 압력을 인가하는 압력 인가부와의 접촉면의 면적과 상기 접촉면에 대한 X 방향과 Y 방향에 대한 이동량을 판정하고, 판정된 상기 온도, 상기 공기압 및 상기 접촉면의 면적을 이용하여 상기 에어 쿠션에 Y 방향으로 인가되는 힘의 크기를 판정하고, 판정된 상기 접촉면의 이동량을 이용하여 상기 에어 쿠션에 X 방향으로 인가되는 힘의 크기를 판정하는 제어부를 포함한다.

**대표도** - 도1



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

내부에 공기가 충전되어 있고 내부면에 복수의 패턴이 배열되어 있는 에어 쿠션,  
 상기 에어 쿠션 내부의 공기압을 감지하여 해당하는 공기압 감지 신호를 출력하는 공기압 감지부,  
 상기 에어 쿠션 내부의 온도를 감지하여 해당하는 온도 감지 신호를 출력하는 온도 감지부,  
 상기 에어 쿠션 하부에 위치하여 상기 복수의 패턴을 촬영하여 촬영된 각 패턴에 대한 패턴 영상을 출력하는 촬  
 영부, 그리고  
 상기 공기압 감지부, 상기 온도 감지부 및 상기 촬영부에 연결되어 있고, 상기 공기압 감지 신호를 이용해 상기  
 에어 쿠션 내부의 공기압을 판정하고, 상기 온도 감지 신호를 이용하여 상기 에어 쿠션 내부의 온도를  
 판정하며, 촬영된 상기 패턴 영상과 초기 패턴 영상을 비교하여 상기 에어 쿠션과 상기 에어 쿠션 외부에 압력  
 을 인가하는 압력 인가부와의 접촉면의 면적과 상기 접촉면에 대한 X 방향과 Y 방향에 대한 이동량을 판정하고,  
 판정된 상기 온도, 상기 공기압 및 상기 접촉면의 면적을 이용하여 상기 에어 쿠션에 Y 방향으로 인가되는 힘의  
 크기를 판정하고, 판정된 상기 접촉면의 이동량을 이용하여 상기 에어 쿠션에 X 방향으로 인가되는 힘의 크기를  
 판정하는 제어부  
 를 포함하는 에어 쿠션 동작 감지 장치.

**청구항 2**

제1항에서,  
 상기 Y 방향으로 인가되는 힘의 크기[Fv(t)]는 다음의 식에 의해 산출되는

$$Fv(t) = (Pa(t) - P_0)Sa - Ka(Pa(t), Sh(t)) \frac{R}{Sa} \frac{Ta(t)}{Pa(t)}, \quad R = \frac{P_0 V_0}{T_0}$$

(여기서, Pa(t)는 판정된 에어 쿠션의 공  
 기압이고, P<sub>0</sub>는 에어 쿠션의 초기 공기압이고, Sa는 에어 쿠션의 하부 면적이고, Ka는 실린더 피스톤 모델에서  
 의 가상 탄성 계수, Sh(t)는 에어 쿠션의 접촉면의 면적이며, Ta(t)는 판정된 에어 쿠션의 온도이다.)

에어 쿠션 동작 감지 장치.

**청구항 3**

제1항에서,  
 상기 에어 쿠션에 위치하는 열 감지부 또는 접촉 감지부를 더 포함하고,  
 상기 제어부는 상기 열 감지부나 상기 접촉 감지부에서 출력되는 신호를 이용하여 접촉면의 면적을 산출하는  
 에어 쿠션 동작 감지 장치.

**청구항 4**

제1항에서,  
 상기 X 방향으로 인가되는 힘의 크기[Fh(t)]는 다음의 식에 의해 산출되는

$$Fh(t) = a_5 \Delta X(t)^2 + a_4 \Delta Y(t)^2 + a_3 \Delta X(t) \Delta Y(t) + a_2 \Delta X(t) + a_1 \Delta Y(t) + a_0$$

(여기서, a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>, a<sub>4</sub> 및 a<sub>5</sub>는

에어 쿠션을 구성하는 재료의 탄성을 결정짓는 계수로서 상수이고, Δx는 수평 방향으로의 이동량이고, Δy는  
 수직 방향으로의 이동량이다.)

에어 쿠션 동작 감지 장치.

**청구항 5**

제4항에서,

상기 제어부는,

다음의 식을 이용하여 각 패턴의 X 좌표의 위치[X(t)]와 Y 좌표의 위치[Y(t)]를 산출하고,

$$X(t) = \frac{d}{a(t)} x(t) \quad Y(t) = \frac{d}{a(t)} L \quad (\text{여기서, } d \text{는 각 패턴의 초기 지름이고 } a(t) \text{는 얻어진 각 패턴에 대한 패턴 영상에서 장축의 크기이며, } L \text{은 초점 거리이다.})$$

상기 복수의 패턴에 대한 X 좌표의 위치에 대한 평균값과 복수의 패턴에 대한 Y 좌표의 위치에 대한 평균값을 현재 접촉면에 대한 현재 좌표값으로 산출하고,

현재 좌표값과 이전 단계에서 산출된 접촉면에 대한 이전 좌표값의 차이를 산출하여 접촉면에 대한 X 방향과 Y 방향에 대한 이동량(ΔX, ΔY)을 산출하는

에어 쿠션 동작 감지 장치.

**청구항 6**

에어 쿠션 내부의 공기압을 측정하는 단계,

상기 쿠션 내부의 온도를 측정하는 단계,

상기 에어 쿠션 내부에 배열되어 있는 복수의 패턴 각각에 대한 패턴 영상을 획득하는 단계,

촬영된 상기 패턴 영상과 초기 패턴 영상을 비교하여 상기 에어 쿠션과 상기 에어 쿠션 외부에 압력을 인가하는 압력 인가부와의 접촉면의 면적과 상기 접촉면에 대한 X 방향과 Y 방향에 대한 이동량을 판정하는 단계,

판정된 상기 온도, 상기 공기압 및 상기 접촉면의 면적을 이용하여 상기 에어 쿠션에 Y 방향으로 인가되는 힘의 크기를 판정하는 단계, 그리고

판정된 상기 접촉면의 이동량을 이용하여 상기 에어 쿠션에 X 방향으로 인가되는 힘의 크기를 판정하는 단계를 포함하는 에어 쿠션 동작 감지 방법.

**청구항 7**

제6항에서,

상기 Y 방향으로 인가되는 힘의 크기 판정 단계는 다음의 식을 이용하여 상기 Y 방향으로 인가되는 힘의 크기 [Fv(t)]를 산출하는

$$Fv(t) = (Pa(t) - P_0) Sa - Ka(Pa(t), Sh(t)) \frac{R}{Sa} \frac{Ta(t)}{Pa(t)} \quad , \quad R = \frac{P_0 V_0}{T_0} \quad (\text{여기서, } Pa(t) \text{는 판정된 에어 쿠션의 공기압이고, } P_0 \text{는 에어 쿠션의 초기 공기압이고, } Sa \text{는 에어 쿠션의 하부 면적이고, } Ka \text{는 실린더 피스톤 모델에서의 가상 탄성 계수, } Sh(t) \text{는 에어 쿠션의 접촉면의 면적이며, } Ta(t) \text{는 판정된 에어 쿠션의 온도이다.})$$

에어 쿠션 동작 감지 방법.

**청구항 8**

제6항에서,

상기 X 방향으로 인가되는 힘의 크기 판정 단계는 다음의 식을 이용하여 상기 Y 방향으로 인가되는 힘의 크기 [Fh(t)]를 산출하는

$$Fh(t) = a_3 \Delta X(t)^2 + a_4 \Delta Y(t)^2 + a_3 \Delta X(t) \Delta Y(t) + a_2 \Delta X(t) + a_1 \Delta Y(t) + a_0 \quad (\text{여기서, } a_1, a_2, a_3, a_4 \text{ 및 } a_5 \text{는 에어 쿠션을 구성하는 재료의 탄성을 결정짓는 계수로서 상수이고, } \Delta x \text{는 수평 방향으로의 이동량이고, } \Delta y \text{는 수직 방}$$

향으로의 이동량이다.)

에어 쿠션 동작 감지 방법.

**청구항 9**

제8항에서,

상기 X 방향으로 인가되는 힘의 크기 판정 단계는 다음의 식을 이용하여 각 패턴의 X 좌표의 위치[X(t)]와 Y 좌표의 위치[Y(t)]를 산출하는 단계,

$$X(t) = \frac{d}{a(t)} x(t) \quad , \quad Y(t) = \frac{d}{a(t)} L \quad (\text{여기서, } d \text{는 각 패턴의 초기 지름이고 } a(t) \text{는 얻어진 각 패턴에 대한 패턴 영상에서 장축의 크기이며, } L \text{은 초점 거리이다.})$$

상기 복수의 패턴에 대한 X 좌표의 위치에 대한 평균값과 복수의 패턴에 대한 Y 좌표의 위치에 대한 평균값을 현재 접촉면에 대한 현재 좌표값으로 산출하는 단계, 그리고

현재 좌표값과 이전 단계에서 산출된 접촉면에 대한 이전 좌표값의 차이를 산출하여, 접촉면에 대한 X 방향과 Y 방향에 대한 이동량(ΔX, ΔY)을 산출하는 단계

를 더 포함하는 에어 쿠션 동작 감지 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 에어 쿠션 동작 감지 장치 및 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 일반적으로 외부에서 인가되는 압력을 측정하기 위해, 힘 센서(force sensor)가 사용된다.

[0003] 힘 센서는 외부로부터 인가되는 힘을 바로 대응하는 크기의 전기적인 신호로 변환하여 출력한다.

[0004] 이러한 힘 센서에서 사용자와 접촉하는 부분은 금속과 같은 견고한 물질로 이루어져 있으므로, 사용자의 사용감이 감소한다. 따라서, 종래에는 힘 센서의 사용감을 향상시키기 위해, 사용자와의 접촉 부분을 폴리우레탄(polyurethane)과 같은 부드러운 재료로 덮었다.

[0005] 하지만 이러한 부드러운 재료의 연성 정도(softness)와 힘 센서의 두께 증가로 인해, 힘 센서의 감도(sensitivity)가 감소하여 힘 센서의 성능이 감소하는 문제가 발생하였다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 따라서 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 에어 쿠션의 동작 상태를 정확하게 감지하고 사용자의 편리성을 향상시키기 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 본 발명의 한 특징에 따른 에어 쿠션 동작 감지 장치는 내부에 공기가 충전되어 있고 내부면에 복수의 패턴이 배열되어 있는 에어 쿠션, 상기 에어 쿠션 내부의 공기압을 감지하여 해당하는 공기압 감지 신호를 출력하는 공기압 감지부, 상기 에어 쿠션 내부의 온도를 감지하여 해당하는 온도 감지 신호를 출력하는 온도 감지부, 상기 에어 쿠션 하부에 위치하여 상기 복수의 패턴을 촬영하여 촬영된 각 패턴에 대한 패턴 영상을 출력하는 촬영부, 상기 공기압 감지부, 그리고 상기 온도 감지부 및 상기 촬영부에 연결되어 있고, 상기 공기압 감지 신호를 이용해 상기 에어 쿠션 내부의 공기압을 판정하고, 상기 온도 감지 신호를 이용하여 상기 에어 쿠션 내부의 온도를 판정하며, 촬영된 상기 패턴 영상과 초기 패턴 영상을 비교하여 상기 에어 쿠션과 상기 에어 쿠션 외부에 압력을 인가하는 압력 인가부와의 접촉면의 면적과 상기 접촉면에 대한 X 방향과 Y 방향에 대한 이동량을 판정하고, 판정된 상기 온도, 상기 공기압 및 상기 접촉면의 면적을 이용하여 상기 에어 쿠션에 Y 방향으로 인가되는 힘의

크기를 판정하고, 판정된 상기 접촉면의 이동량을 이용하여 상기 에어 쿠션에 X 방향으로 인가되는 힘의 크기를 판정하는 제어부를 포함한다.

[0008] 상기 Y 방향으로 인가되는 힘의 크기[Fv(t)]는 다음의 식에 의해 산출되는 것이 좋다.

[0009] 
$$Fv(t)=(Pa(t)-P_0)Sa-Ka(Pa(t), Sh(t))\frac{R}{Sa}\frac{Ta(t)}{Pa(t)}, \quad R=\frac{P_0V_0}{T_0}$$
 (여기서, Pa(t)는 판정된 에어 쿠션의 공기압이고, P<sub>0</sub>는 에어 쿠션의 초기 공기압이고, Sa는 에어 쿠션의 하부 면적이고, Ka는 실린더 피스톤 모델에서의 가상 탄성 계수, Sh(t)는 에어 쿠션의 접촉면의 면적이며, Ta(t)는 판정된 에어 쿠션의 온도이다.)

[0010] 상기 특징에 따른 에어 쿠션 동작 감지 장치는 상기 에어 쿠션에 위치하는 열 감지부 또는 접촉 감지부를 더 포함할 수 있고, 상기 제어부는 상기 열 감지부나 상기 접촉 감지부에서 출력되는 신호를 이용하여 접촉면의 면적을 산출할 수 있다.

[0011] 상기 X 방향으로 인가되는 힘의 크기[Fh(t)]는 다음의 식에 의해 산출될 수 있다.

[0012] 
$$Fh(t) = a_3\Delta X(t)^2 + a_4\Delta Y(t)^2 + a_3\Delta X(t)\Delta Y(t) + a_2\Delta X(t) + a_1\Delta Y(t) + a_0$$
 (여기서, a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>, a<sub>4</sub> 및 a<sub>5</sub>는 에어 쿠션을 구성하는 재료의 탄성을 결정짓는 계수로서 상수이고, Δx는 수평 방향으로의 이동량이고, Δy는 수직 방향으로의 이동량이다.)

[0013] 상기 제어부는 다음의 식을 이용하여 각 패턴의 X 좌표의 위치[X(t)]와 Y 좌표의 위치[Y(t)]를 산출하고, 상기 복수의 패턴에 대한 X 좌표의 위치에 대한 평균값과 복수의 패턴에 대한 Y 좌표의 위치에 대한 평균값을 현재 접촉면에 대한 현재 좌표값으로 산출하고, 현재 좌표값과 이전 단계에서 산출된 접촉면에 대한 이전 좌표값의 차이를 산출하여, 접촉면에 대한 X 방향과 Y 방향에 대한 이동량(ΔX, ΔY)을 산출하는 것이 바람직하다.

[0014] 
$$X(t) = \frac{d}{a(t)} x(t), \quad Y(t) = \frac{d}{a(t)} L$$
 (여기서, d는 각 패턴의 초기 지름이고 a(t)는 얻어진 각 패턴에 대한 패턴 영상에서 장축의 크기이며, L은 초점 거리이다.)

[0015] 본 발명의 다른 특징에 따른 에어 쿠션 동작 감지 방법은 에어 쿠션 내부의 공기압을 측정하는 단계, 상기 쿠션 내부의 온도를 측정하는 단계, 상기 에어 쿠션 내부에 배열되어 있는 복수의 패턴 각각에 대한 패턴 영상을 획득하는 단계, 촬영된 상기 패턴 영상과 초기 패턴 영상을 비교하여 상기 에어 쿠션과 상기 에어 쿠션 외부에 압력을 인가하는 압력 인가부와와의 접촉면의 면적과 상기 접촉면에 대한 X 방향과 Y 방향에 대한 이동량을 판정하는 단계, 판정된 상기 온도, 상기 공기압 및 상기 접촉면의 면적을 이용하여 상기 에어 쿠션에 Y 방향으로 인가되는 힘의 크기를 판정하는 단계, 그리고 판정된 상기 접촉면의 이동량을 이용하여 상기 에어 쿠션에 X 방향으로 인가되는 힘의 크기를 판정하는 단계를 포함한다.

[0016] 상기 Y 방향으로 인가되는 힘의 크기 판정 단계는 다음의 식을 이용하여 상기 Y 방향으로 인가되는 힘의 크기[Fv(t)]를 산출하는 것이 좋다.

[0017] 
$$Fv(t)=(Pa(t)-P_0)Sa-Ka(Pa(t), Sh(t))\frac{R}{Sa}\frac{Ta(t)}{Pa(t)}, \quad R=\frac{P_0V_0}{T_0}$$
 (여기서, Pa(t)는 판정된 에어 쿠션의 공기압이고, P<sub>0</sub>는 에어 쿠션의 초기 공기압이고, Sa는 에어 쿠션의 하부 면적이고, Ka는 실린더 피스톤 모델에서의 가상 탄성 계수, Sh(t)는 에어 쿠션의 접촉면의 면적이며, Ta(t)는 판정된 에어 쿠션의 온도이다.)

[0018] 상기 X 방향으로 인가되는 힘의 크기 판정 단계는 다음의 식을 이용하여 상기 Y 방향으로 인가되는 힘의 크기[Fh(t)]를 산출하는 것이 바람직하다.

[0019] 
$$Fh(t) = a_5\Delta X(t)^2 + a_4\Delta Y(t)^2 + a_3\Delta X(t)\Delta Y(t) + a_2\Delta X(t) + a_1\Delta Y(t) + a_0$$
 (여기서, a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>, a<sub>4</sub> 및 a<sub>5</sub>는 에어 쿠션을 구성하는 재료의 탄성을 결정짓는 계수로서 상수이고, Δx는 수평 방향으로의 이동량이고, Δy는 수직 방향으로의 이동량이다.)

[0020] 상기 X 방향으로 인가되는 힘의 크기 판정 단계는 다음의 식을 이용하여 각 패턴의 X 좌표의 위치[X(t)]와 Y 좌표의 위치[Y(t)]를 산출하는 단계, 상기 복수의 패턴에 대한 X 좌표의 위치에 대한 평균값과 복수의 패턴에 대

한 Y 좌표의 위치에 대한 평균값을 현재 접촉면에 대한 현재 좌표값으로 산출하는 단계, 그리고 현재 좌표값과 이전 단계에서 산출된 접촉면에 대한 이전 좌표값의 차이를 산출하여, 접촉면에 대한 X 방향과 Y 방향에 대한 이동량( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ )을 산출하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0021] 
$$X(t) = \frac{d}{a(t)} x(t) \quad Y(t) = \frac{d}{a(t)} L$$
 (여기서, d는 각 패턴의 초기 지름이고 a(t)는 얻어진 각 패턴에 대한 패턴 영상에서 장축의 크기이며, L은 초점 거리이다.)

**발명의 효과**

[0022] 이러한 특징에 따르면, 공기가 충전되어 있는 에어 쿠션에 힘이 인가되는 방향과 크기가 정확하게 판정한다. 이로 인해, 에어 쿠션의 동작 상태가 정확하게 판정되어, 에어 쿠션을 이용하여 원하는 대상물의 동작을 정확하게 신속하게 판정하여 사용자의 편리성이 향상된다.

**도면의 간단한 설명**

[0023] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 에어 쿠션 동작 감지 장치의 블록도이다.

도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 에어 쿠션 장치를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른 에어 쿠션 동작 감지 장치의 동작 순서도이다.

도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 에어 쿠션에 수직 방향을 힘이 인가될 때 에어 쿠션의 상태 변화를 도시한 도면으로서, (a)는 에어 쿠션 장치의 상태 변화를 개략적으로 도시한 도면이고, (b)는 에어 쿠션 내부면에 위치한 복수의 패턴의 변화를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 한 실시예에 따른 에어 쿠션에 수평 방향을 힘이 인가될 때 에어 쿠션의 상태 변화를 도시한 도면으로서, (a)는 에어 쿠션 장치의 상태 변화를 개략적으로 도시한 도면이고, (b)는 에어 쿠션 내부면에 위치한 복수의 패턴의 변화를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 한 실시예에 따라 에어 쿠션의 내부면의 실제 위치에서의 패턴의 위치와 표시부에 표시된 패턴 영상의 장축의 길이 사이의 관계를 도시한 도면이다.

도 7는 본 발명의 한 실시예에 따른 에어 쿠션에 압력 인가부에 위치할 때, 에어 쿠션의 형상 변화와 패턴의 위치 변화를 도시한 것으로서, (a)는 에어 쿠션의 형상 변화를 도시한 것이고, (b)는 에어 쿠션의 형상 변화에 따른 패턴의 위치 변화를 도시한 도면이다.

도 8의 (a)는 본 발명의 한 실시예에 따른 에어 쿠션에 압력 인가부가 위치하지 않을 경우 내부면에 위치한 패턴의 초기 형상이고, (b)는 에어 쿠션에 압력 인가부가 위치할 때 패턴의 변하는 패턴의 형상을 도시한 도면이다.

도 9는 한 실시예에 따른 에어 쿠션에 수직 방향을 힘이 인가될 때 에어 쿠션의 상태 변화를 도시한 도면으로서, (a)는 에어 쿠션의 상태 변화를 개략적으로 도시한 도면이고, (b)는 (a)를 피스톤 실린더 모델로 표시한 도면이다.

도 10은 한 실시예에 따른 에어 쿠션에 수평 방향을 힘이 인가될 때 에어 쿠션의 상태 변화를 도시한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0024] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0025] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 한 실시예에 따른 에어 쿠션동작 감지 장치 및 방법에 대하여 설명한다.

[0026] 먼저, 도 1 및 도 2를 참고로 하여 본 발명의 한 실시예에 따른 에어 쿠션 동작 감지 장치에 대하여 상세하게

설명한다.

- [0027] 도 1 및 도 2를 참고로 하면, 본 발명의 한 실시예에 따른 에어 쿠션 동작 감지 장치는 에어 쿠션(air cushion)(110)을 구비한 에어 쿠션 장치(100), 에어 쿠션(110) 내의 공기 압력(즉, 공기압)을 감지하여 해당하는 상태의 신호를 출력하는 공기압 감지부(pneumatic pressure sensor)(11), 에어 쿠션(110) 내의 온도를 감지하여 해당하는 상태의 신호를 출력하는 온도 감지부(temperature sensor)(13), 에어 쿠션(110) 내부에 형성된 패턴(111)을 촬영하여 촬영된 영상을 출력하는 촬영부(15), 그리고 공기압 감지부(11), 온도 감지부(13) 및 촬영부(15)와 연결되어 있는 제어부(20)를 구비한다.
- [0028] 도 2를 참고로 하면, 에어 쿠션 장치(100)는, 이미 설명한 것처럼, 에어 쿠션(110)을 갖고 있고, 에어 쿠션(110) 하부에 위치하는 투명 기관(120), 그리고 투명 기관(120) 하부에 위치하여 투명 기관(120)을 지지하고 있는 받침대(130)를 구비한다.
- [0029] 에어 쿠션(110)은 공기로 채워져 있는 밀폐된 공간(110)을 갖고 있고, 외부에서 인가되는 압력의 크기에 따라 외부에 노출되어 있는 에어 쿠션(110)의 외부 면이 눌러지는 정도가 정해지는 탄성을 갖는 재질로 이루어져 있다.
- [0030] 에어 쿠션(110)은 도 2에 도시한 것처럼, 상부는 해당 재질로 덮여져 있어 상부를 형성하지만, 하부는 개방되어 있다.
- [0031] 에어 쿠션(110)은 외부에서 인가되는 압력에 따라 늘어나거나 줄어드는 신축성을 갖는 재질로 이루어져 있고, 예를 들어 고무 재질로 이루어질 수 있다.
- [0032] 이러한 에어 쿠션(110)의 내부 면(즉, 외부 면의 반대 편에 위치하는 상부의내부 면)에는 정해진 간격으로 가로와 세로 방향으로 이격되게 배열되어 있는 복수의 패턴(111)을 구비한다. 본 예에서, 3×3 행렬 구조로 배열되어 있는 9개의 패턴(111)을 구비하지만, 에어 쿠션(110)의 내부 면에 위치하는 패턴(111)의 개수와 간격을 필요에 따라 조정된다.
- [0033] 이때, 각 패턴(111)은 에어 쿠션(110)의 색상과 대비되는 색상으로 이루어져, 촬영부(15)에 의해 촬영된 영상에서 각 패턴(111)의 형상 변화와 크기 변화를 좀더 용이하게 구분될 수 있도록 하고, 한 예로서, 각 패턴(111)은 흰색으로 이루어질 수 있다.
- [0034] 또한, 각 패턴(111)의 형상을 원형으로서, 외부에서 인가되는 압력 변화에 따라 변형된 크기를 용이하게 판정할 수 있도록 한다.
- [0035] 투명 기관(120)은 에어 쿠션(110)의 하부와 접해 있어 개방된 하부를 완전히 덮고, 이로 인해, 에어 쿠션(110)은 투명 기관(120)에 의해 밀폐된 구조를 갖고 있다.
- [0036] 따라서, 투명 기관(120)을 통해 에어 쿠션(110)의 내부면에 위치한 복수의 패턴(111)은 외부로 노출된다.
- [0037] 투명 기관(120)은 플라스틱(plastic)이나 유리 등과 같은 투명한 재질로 이루어져 있다.
- [0038] 받침대(130)는 투명 기관(120) 바로 하부에 위치하여, 에어 쿠션(110)이 위치하고 있는 투명 기관(120)을 지지한다.
- [0039] 이러한 받침대(130) 내부에는 빈 공간이 위치하고, 이 공간 내에 촬영부(15)가 위치한다.
- [0040] 이때, 촬영부(15)는 복수의 패턴(111)과 대응되게 위치하여, 외부로부터 에어 쿠션(110)에 가해지는 압력에 따라 변하고 투명 기관(120)을 통해 외부로 비치는 패턴(111)을 촬영한다.
- [0041] 공기압 감지부(11)는 공기로 채워진 에어 쿠션(110)의 내부에 연결되어, 에어 쿠션(110) 내부의 공기압을 감지하여 감지된 공기압에 해당하는 공기압 감지 신호를 출력한다.
- [0042] 온도 감지부(13)는 에어 쿠션(110) 내부에 위치하며, 에어 쿠션(110) 내부의 온도를 감지하여 감지된 온도에 해당하는 온도 감지 신호를 출력한다.
- [0043] 촬영부(15)는 이미 설명한 것처럼, 받침대(130) 속에 장착되어 외부 압력에 따라 변하는 복수의 패턴(111)을 촬영한 후, 촬영하여 얻어진 영상을 제어부(20)로 출력한다.
- [0044] 제어부(20)는 공기압 감지부(11), 온도 감지부(13) 및 촬영부(15)에서 출력되는 신호와 영상을 이용하여 에어 쿠션(110)에 가해지는 수평 방향으로의 힘과 수직 방향으로의 힘을 판정한다.

- [0045] 이로 인해, 고가의 힘 센서(force sensor)를 사용하지 않고 에어 쿠션(110)에 인가되는 힘의 방향(수평 방향 및 수직 방향)과 힘의 크기가 판정된다.
- [0046] 다음, 도 3을 참고로 하여, 에어 쿠션 동작 감지 장치의 동작에 대하여 설명한다.
- [0047] 먼저, 동작을 시작하면(S10), 제어부(20)는 공기압 감지부(11)에서 출력되는 공기압 감지 신호를 판독하여(S11), 에어 쿠션(110) 내의 내부 공기압을 판정한다(S13).
- [0048] 다음, 제어부(20)는 온도 감지부(13)에서 출력되는 온도 감지 신호를 판독하여(S15), 에어 쿠션(110) 내의 온도를 판정한다(S17).
- [0049] 또한, 제어부(20)는 촬영부(15)에서 출력되는 영상을 판독하여(S19), 획득한 영상에 대한 패턴 영상 처리 동작을 실시한다(S21). 이때, 범용 직렬 버스(universal serial bus)를 통해 촬영부(15)로부터 제어부(20)로 촬영된 영상에 해당하는 영상 신호가 전송될 수 있다.
- [0050] 따라서, 패턴 영상 처리 동작에 의해, 제어부(20)는 촬영부(15)를 통해 전송된 영상에 포함되어 있는 노이즈 성분을 제거하고 획득된 컬러 영상을 흑백(예를 들어, 검은색 바탕에 흰색의 패턴이 위치하는 영상) 영상(binary image)으로 처리하는 이진 처리(binary processing)를 실시하고, 획득된 흑백 영상 신호를 이용하여 각 패턴(111)을 촬영한 각 패턴 영상에 대한 윤곽 처리를 실시하여 패턴 영상의 형상을 판정한다. 이때, 각 패턴 영상에 대한 윤곽 처리는 오픈-씨브이[Open-CV(open source computer vision library)]의 API(Application Programming Interface)를 이용하여 행해질 수 있다.
- [0051] 그런 다음, 제어부(20)는 각 패턴 영상에 대한 중심점을 판정하여 각 패턴 영상에 대한 중심점 좌표를 획득하고, 중심점 좌표와 각 패턴 영상의 형상을 이용하여 각 패턴의 장축(major axis)과 단축(minor axis)의 크기를 판정하는 패턴 영상 처리를 실시합니다.
- [0052] 다음, 제어부(20)는 이전 단계에서 산출된 접촉면의 데이터를 이용하여 X 방향(즉 평면 방향)과 Y 방향(즉 깊이 방향)으로의 이동량( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ )을 산출하고, 에어 쿠션(110)을 누르기 위해 에어 쿠션(110) 상부의 외부면에 접하는 손가락 등과 같은 압력 인가부와와 접촉면의 면적을 산출한다(S23).
- [0053] 다음, X 방향으로의 이동량( $\Delta X$ )과 수직 방향인 Y방향으로의 이동량( $\Delta Y$ )을 산출하는 방법을 설명한다.
- [0054] 도 4의 (a)에 도시한 것처럼, 에어 쿠션(110)에 힘이 수직 방향인 Y 방향으로 인가되면 에어 쿠션(110)의 표면이 눌리게 되어 에어 쿠션(110)의 상부의 내부면에 위치한 패턴(111)의 이동이 발생한다.
- [0055] 이로 인해, 에어 쿠션(110)의 상부 내부면에 부착되어 있는 복수의 패턴(111)은 수직 방향으로 하강하여 에어 쿠션(110)의 상부 내부면이 받침대(130) 속에 위치하고 있는 촬영부(15) 쪽으로 이동하게 된다.
- [0056] 또한 에어 쿠션(110)이 신축성을 갖고 있는 고무 재질로 이루어져 있으므로, 인가되는 압력에 의해 상부 내부면이 늘어나게 되어 각 패턴(111)의 위치 역시 에어 쿠션(110)의 가장자리 쪽, 즉, 도 4의 (b)에 화살표로 표시한 것처럼 사방으로 이동한다.
- [0057] 따라서, 에어 쿠션(110)이 눌리기 전인 초기 상태일 때 촬영된 각 패턴(111)의 초기 영상, 즉 초기 패턴 영상(OI)과 비교할 때, 에어 쿠션(110)이 눌렸을 때 촬영부(15)에 의해 촬영되어 표시부(30)에 표시되는 패턴 영상(MI)의 크기는 증가하고 인접한 패턴 영상(MI)간의 거리 역시 증가하게 된다.
- [0058] 또한, 도 5의 (a)에 도시한 것처럼, 에어 쿠션(110)에 인가되는 힘의 방향이 수직 방향과 교차하는 방향인 측면으로 힘이 인가되면, 에어 쿠션(110)의 상부 내부면에 부착되어 있는 각 패턴(110)은 도 5의 (b)에 도시한 화살표처럼 힘이 인가되는 방향, 예를 들어, 좌측 방향, 우측 방향, 전진 방향 및 후진 방향 중 적어도 하나의 방향으로 움직이게 되고 동시에 수직 방향으로도 하강하게 된다. 이 경우, 역시 에어 쿠션(110)의 표면이 늘어나므로 각 패턴(111)의 크기와 인접한 패턴(111) 간의 간격은 초기 상태의 패턴(111) 간격과 상이하다.
- [0059] 본 예에서, 평면상으로 각 패턴(111)의 위치가 좌측 방향, 우측 방향, 전진 방향 및 후진 방향 중 하나로 움직이는 것을 X 방향으로 이동하는 것으로 하며, 이때 가해지는 힘의 방향과 힘의 크기는 수평 방향으로 인가되는 힘의 방향과 힘의 크기라 한다.
- [0060] 이로 인해, 에어 쿠션(110)의 측면으로 힘이 가해지면, 각 패턴(111)은 X 방향으로 이동하게 된다.
- [0061] 따라서, 초기 상태일 때 촬영된 각 초기 패턴 영상(OI)과 비교할 때, 측면으로 힘이 가해질 때 촬영부(15)에 의해 획득되어 표시부(30)에 표시되는 패턴 영상(MI)의 평면상에서의 위치는 해당 방향으로 이동하게 되며, 각 패

턴 영상(MI)의 크기 또한 증가하게 된다.

[0062] 따라서, 제어부(20)는 촬영부(15)를 통해 촬영된 패턴 영상을 초기 패턴 영상과 비교하여 각 패턴(110)의 이동 방향과 이동량을 판정한다.

[0063] 도 6는 에어 쿠션(110)의 내부면의 실제 위치에서의 패턴(110)의 위치와 표시부(30)(즉, 영상 표시면)에 표시된 패턴 영상의 장축의 길이 사이의 관계를 도시한다.

[0064] 도 6에 도시한 그래프에 기초하면, 다음의 [수학식 1]과 같은 관계식을 얻어지고, [수학식 1]을 이용한 [수학식 2] 및 [수학식 3]에 따라 실제 공간[즉, 에어 쿠션(110)의 내부면]에 위치한 각 패턴의 X 좌표의 위치[X(t)]와 Y 좌표의 위치[Y(t)]가 산출된다.

**수학식 1**

[0065] 
$$d:a(t) = X(t):x(t) = Y(t):L$$

**수학식 2**

[0066] 
$$X(t) = \frac{d}{a(t)} x(t)$$

**수학식 3**

[0067] 
$$Y(t) = \frac{d}{a(t)} L$$

[0068] 여기서, d는 각 패턴의 초기 지름[즉, 압력 인가부에 의해 에어 쿠션(111) 상부면에 압력이 가해지지 않은 초기 상태일 때, 각 패턴(110)의 지름]이고 a(t)는 얻어진 각 패턴 영상에서 장축의 크기이며, L은 초점 거리이다.

[0069] 이와 같이, 현재 단계에서 복수의 패턴(111) 각각에 대한 X 좌표의 위치[X(t)]와 Y 좌표의 위치[Y(t)]를 산출하면, 복수의 패턴(111)에 대한 X 좌표의 위치[X(t)]에 대한 평균값과 복수의 패턴(111)에 대한 Y 좌표의 위치[X(t)]에 대한 평균값을 현재 접촉면에 대한 현재 좌표값[X(t), Y(t)]으로 산출한다.

[0070] 그런 다음, 현재 좌표값[X(t), Y(t)]과 이전 단계에서 산출된 접촉면에 대한 이전 좌표값[X(t)', Y(t)']의 차이를 산출하여, 접촉면에 대한 X 방향과 Y 방향에 대한 현재 이동량(ΔX, ΔY), 즉, X 좌표에서 좌표값의 변화량(ΔX)과 Y 좌표에서 좌표값의 변화량(ΔY)을 산출한다.

[0071] 이와 같이, 제어부(20)는 공기압 감지부(11), 온도 감지부(13) 및 촬영부(15)에서 출력되는 신호와 영상을 이용하여 현재 에어 쿠션(110)의 상태를 판정한다.

[0072] 제어부(20)는 저장부(도시하지 않음)를 구비하고 있고, 저장부에 이전 단계에서 산출된 접촉면의 위치, 접촉면에 대한 이전 위치[X(t)', Y(t)'], 접촉면에 대한 이전 이동량(ΔX', ΔY')을 저장한다.

[0073] 다음, 제어부(20)는 각 패턴(111)의 이동량(ΔX, ΔY)과, 각 패턴(111)의 장축과 단축의 길이를 이용하여 에어 쿠션(110)의 외부면과 압력 인가부가 접촉하고 있는 접촉면의 면적을 산출한다.

[0074] 즉, 에어 쿠션(110)에 압력 인가부(500)에 의해 에어 쿠션(110)이 눌려질 경우, 도 7의 (a)와 같이 압력 인가부(500)에 위치하는 에어 쿠션(110)의 부분은 촬영부(15)와 가장 인접하게 위치하는 최저 부분이 되고, 이 최저 부분의 주변은 풍선 효과에 의해 위쪽 방향으로 올라가게 되어 촬영부(15)와 가장 멀게 위치하는 최고 부분이 된다.

[0075] 따라서, 도 7의 (b)와 에어 쿠션(110)의 내부면에 배열되어 있는 복수의 패턴(111)을 측면에서 볼 때 도 7의 (b)와 같이 압력 인가부(500)가 위치한 부분이 가장 낮고 압력 인가부(500) 주변 부분은 산마루와 같이 솟아 올

라있다.

- [0076] 또한, 압력 인가부(500)가 위치한 부분, 즉, 기준 위치에 존재하는 패턴(111)의 형상은 초기 모습인 원형 또는 원형에 가까운 형상을 갖고 있지만, 압력 인가부(500) 주변에 위치한 패턴(111)은 풍선 효과에 의해 원형의 형상이 타원형으로 바뀌게 된다.
- [0077] 하지만, 산 마루 형상을 갖는 부분은 다시 초기 형상인 원형에 가까운 패턴(111) 형상을 갖게 된다.
- [0078] 따라서, 기준 위치에서 산마루 형상을 갖는 부분으로 갈수록 각 타원 비율(즉, 각 패턴에서 단축길이/장축길이)을 감소하게 되어, 산 마루 형상의 부분에 위치한 패턴 바로 직전에 위치한 패턴의 타원 비율이 최소가 될 수 있다.
- [0079] 이를 기초로 하여, 압력 인가부(500)의 접촉 면적은 압력 인가부(500)가 위치한 부분인 기준 위치를 중심으로 산마루 부분으로 에워싸인 부분으로 개략적으로 추정할 수 있다.
- [0080] 이로 인해, 본 예의 경우, 압력 인가부(500)의 접촉 면적은 기준 패턴, 즉 기준 위치에서 가장 깊게 눌러진 패턴을 중심으로 타원 비율값[즉, 각 패턴에서 단축길이(d2)/장축길이(d1)]이 가장 작은 값을 갖는 패턴으로 형성되는 부분의 면적으로 추정한다.
- [0081] 예를 들어, 도 8의 (a)와 같은 형상으로 에어 쿠션(110)의 내부면에 원형 형상을 갖는 복수의 패턴(111)이 위치한다고 가정하자.
- [0082] 이때, 도 8의 (a)와 같은 패턴 형상을 갖는 에어 쿠션(110)에 압력 인가부에 의해 에어 쿠션(110)이 눌러질 때 촬영부(15)로 촬영한 패턴 영상[도 8의 (b)]에서, 압력 인가부의 위치에 따라 복수의 패턴 영상 중에서 기준 패턴 영상(111a)이 형성되면, 이 기준 패턴 영상(111a)을 중심으로 주변에 위치한 복수의 패턴 영상은 타원형 패턴 영상(111b)으로 변하게 되어, 이 패턴 영상(111b)의 타원 비율값이 초기 상태(즉, 원형의 패턴 영상)보다 감소하게 된다. 하지만, 기준 패턴 영상(111a)에서 어느 정도 이격되어 있는 부분, 즉 산마루 부분에 위치하는 패턴 영상은 다시 원형에 가까운 패턴 영상(111c)으로 되어 이들 패턴 영상(111c)의 타원 비율값은 다시 증가하게 된다.
- [0083] 따라서, 제어부(20)는 촬영부(15)에 의해 촬영된 각 패턴 영상을 이용하여 기준 패턴 영상(111a)을 정하고, 이 기준 패턴 영상(111a)을 중심으로 하여 최소 타원 비율값을 갖는 타원형 패턴 영상(111b)을 정한다. 이때, 최소 타원 비율값에 유효값( $\alpha$ )을 인정하여, 측정된 타원형 패턴 영상(111b)의 타원 비율값이 [최소 타원 비율값  $\pm$  유효값( $\alpha$ )]으로 정해진 범위 내에 존재하면 동일한 최소 타원 비율값을 갖는 것으로 간주한다.
- [0084] 그런 다음, 타원형 패턴 영상(111b)으로 에워싸여져 있는 부분[즉, 도 8의 (b)에서 빗금친 패턴 영상(111b)으로 에워싸여져 있는 부분]의 면적을 측정하고, 이 측정된 면적을 이용하여 압력 인가부와 에어 쿠션(110)간의 접촉 면적을 산출한다. 이미 설명한 것처럼, 제어부(20)는 각 패턴 영상(111a, 111b, 111c)에 대한 X좌표와 Y좌표를 알 수 있으므로, 기준 패턴 영상(111a)과 타원형 패턴 영상(111b)간의 거리(d1, d2) 또한 측정할 수 있으므로, 측정된 거리를 이용해 접촉 면적을 산출할 수 있다.
- [0085] 또한, 측정된 면적에 보정값을 적용하여 접촉 면적의 신뢰도를 향상시킬 수 있다. 이때, 보정값은 실제 에어 쿠션(110)의 내부면의 면적과 내부면이 촬영부(15)로 촬영되어 평면으로 표시될 때 실제 내부면의 면적과 촬영된 영상에 의한 내부면의 면적 차이를 기초하여 산출될 수 있다.
- [0086] 하지만, 대안적인 예에서, 에어 쿠션(110)의 상부면에 열 감지부나 접촉 감지부와 같은 별도의 감지부를 이용하여, 제어부(20)는 압력 인가부와 에어 쿠션(110)의 접촉면의 면적을 산출할 수 있다.
- [0087] 이때, 열 감지부는 감지되는 열에 따라 해당하는 열 감지 신호를 출력하여, 열 감지 신호의 분포를 이용하여 접촉면의 면적을 산출할 수 있고, 접촉 감지부는 힘의 인가 여부에 따라 출력 신호가 변하는 센서 등을 이용하여 접촉 감지 신호를 출력할 수 있다.
- [0088] 위에 기재한 것처럼, 현재 단계에서, 접촉면의 위치, 접촉면에 대한 위치[X(t), Y(t)], 접촉면에 대한 이동량( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ )이 산출되면, 제어부(20)는 현재 산출된 접촉면의 위치, 접촉면에 대한 위치[X(t), Y(t)], 접촉면에 대한 이동량( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ )을 이전 접촉면의 위치, 접촉면에 대한 이전 위치[X(t)', Y(t)'], 접촉면에 대한 이전 이동량( $\Delta X'$ ,  $\Delta Y'$ )으로 저장한다.
- [0089] 이때, 공기압 판정 동작과 온도 감지 동작의 순서는 변경 가능하며, 접촉면의 면적 판정 동작과 이동량 판정 동작의 순서는 또한 변경 가능하다.

[0090] 그런 다음, 제어부(20)는 판정된 공기압, 온도 및 접촉면의 면적을 이용하여 수직 방향으로 인가되는 힘의 크기를 판정한다(S25).

[0091] 도 7의 (a) 처럼 사용자의 손과 같은 압력 인가부에 의해 에어 쿠션(110)에 수직 방향으로의 힘[Fv(t)]이 인가될 때, 에어 쿠션(110)에 작용하는 계수는 도 7의 (b)와 같은 실린더 피스톤 모델(cylinder piston model)로 표현될 수 있다.

[0092] 도 4의 (b)에 도시한 물리 모델에 파스칼 이론(Pascal' principle)과 후크의 법칙(Hooke's Law)을 적용하면, 다음의 [수학식 4]과 [수학식 5]과 같은 수식이 얻어진다.

**수학식 4**

[0093] 
$$Pa(t)Sa = Ps(t)Sa + f_{ko} + Ka(t)h(t) + Fv(t)$$

**수학식 5**

[0094] 
$$P_0Sa = P_s(t)Sa + f_{ko}$$

[0095] 여기서, Pa(t)는 공기압 감지부(11)를 이용해 판정된 에어 쿠션(110) 내의 현재 공기압이고, Sa는 에어 쿠션(110)의 하부 면적으로서, 개방된 부분을 포함한 에어 쿠션(110)과 투명 기관(120)이 접해 있는 부분의 면적으로서 상수이며, Ps(t)는 대기압이고, f<sub>ko</sub>는 에어 쿠션(110)을 구성하는 재질의 초기 탄성 계수(initial elastic force element)이고, Ka(t)는 도7의 (b)에 도시된 실린더 피스톤 모델에서의 가상 탄성 계수(hypothetical elastic element)이다.

[0096] 또한, h(t)는 실린더 피스톤 모델에서 에어 쿠션(110) 내부의 공기압[Va(t)]에 따라 변하는 에어 쿠션(110)의 가상적인 두께이고, Fv(t)는 에어 쿠션(110)의 수평 방향으로 인가되는 힘의 크기이며, P<sub>0</sub>는 에어 쿠션(110)을 누르기 전에 측정된 에어 쿠션(110) 내의 초기 압력(즉, 초기 공기압)이다.

[0097] [수학식 4]에 [수학식 5]를 적용하면, Fv(t)는 다음 [수학식 6]처럼 표현된다.

**수학식 6**

[0098] 
$$Fv(t) = (Pa(t) - P_0)Sa - Ka(t)h(t)$$

[0099] [수학식 6]에서 에어 쿠션(110)의 가상적인 두께[h(t)]는 직접 산출하는 것이 곤란하므로, 에어 쿠션(110)의 가상적인 두께[h(t)]의 값은 에어 쿠션(110)의 하부 면적(Sa)과 에어 쿠션(110) 내부의 공기압[Va(t)]의 관계를 이용해 다음 [수학식 7]과 같이 간접적으로 산출된다.

**수학식 7**

[0100] 
$$h(t) = \frac{Va(t)}{Sa}$$

[0101] 또한, [수학식 7]에서, 에어 쿠션(110) 내부의 공기압[Va(t)]은 보일-샤를의 법칙(Boyle-Charles' Law)을 사용하여 [수학식 8]를 이용해 간접적으로 산출한다.

수학식 8

$$Va(t) = R \frac{Ta(t)}{Pa(t)}, R = \frac{P_0 V_0}{T_0}$$

[0102]

[0103] [수학식 8]에서,  $T_0$ 는 에어 쿠션(110) 내부의 초기 온도값으로서, 에어 쿠션(110)이 외부 압력에 의해 동작되기 전에 온도 감지부(13)를 이용해 미리 측정된 온도일 수 있고,  $Ta(t)$ 는 온도 감지부(13)를 이용해 판정된 에어 쿠션(110) 내의 현재 온도이며,  $P_0$ 는 에어 쿠션(110) 내부의 초기 공기압이고,  $V_0$ 는 에어 쿠션(110) 내부의 초기 공기 부피이다.

[0104] [수학식 6] 내지 [수학식 8]를 기초로 하여, 에어 쿠션(110)에 수직 방향으로 인가되는 힘 $[Fv(t)]$ 은 다음의 [수학식 9]로 다시 표현된다.

수학식 9

$$Fv(t) = (Pa(t) - P_0)Sa - Ka(t) \frac{R}{Sa} \frac{Ta(t)}{Pa(t)}$$

[0105]

[0106] [수학식 8] 및 [수학식 9]에서, 이미 설명한 것처럼,  $Pa(t)$ 와  $Ta(t)$ 는 공기압 감지부(11)와 온도 감지부(13)를 이용해 측정되고,  $P_0$ ,  $V_0$ ,  $T_0$  및  $S_0$  역시 측정된다.

[0107] 하지만,  $Ka(t)$ 는 시간에 따라 변하는 매개 변수(parameter)로서, 에어 쿠션(110)을 이루는 재료의 신장력(stretch force)에 영향을 받는다. 이때, 재료의 신장력은 에어 쿠션(110) 내부의 공기압 그리고 압력 인가부와 에어 쿠션(110)의 상부와의 접촉면의 면적에 영향을 받는다.

[0108] 따라서,  $Ka(t)$ 는 다음 [수학식 10]과 같이, 에어 쿠션(110) 내부의 공기압  $[Pa(t)]$ 과 압력 인가부와와의 접촉면의 면적 $[Sh(t)]$ 의 함수로 표현된다.

수학식 10

$$Ka(Pa(t), Sh(t))$$

[0109]

[0110] 결과적으로, [수학식 10]을 이용해 [수학식 9]는 다음의 [수학식 11]처럼 다시 표현되어, [수학식 11]에 따라 에어 쿠션(110)에 수직 방향으로 인가되는 힘 $[Fv(t)]$ 이 산출된다.

수학식 11

$$Fv(t) = (Pa(t) - P_0)Sa - Ka(Pa(t), Sh(t)) \frac{R}{Sa} \frac{Ta(t)}{Pa(t)}$$

[0111]

[0112] [수학식 11]에서,  $Ta(t)$ 는 온도 감지부(13)를 이용해 판정된 에어 쿠션(110) 내의 온도이다. 't'는 시간을 의미한다.

[0113] 이와 같이, 제어부(20)는 판정된 에어 쿠션(110) 내의 공기압, 온도, 및 접촉면의 면적을 이용해 [수학식 11]에 따라 에어 쿠션(110)의 수직 방향으로 인가되는 힘 $[Fv(t)]$ 을 측정한다.

[0114] 다음, 제어부(20)는 에어 쿠션(110)의 수평 방향으로 인가되는 힘 $[Fh(t)]$ 을 측정한다(S27).

- [0115] 사용자의 손 등에 의해 에어 쿠션(110)에 수평 방향으로의 힘[Fh(t)]이 인가될 때, 도 8에 에어 쿠션(110)의 변화를 개략적으로 도시한다.
- [0116] 도 8에 도시한 것처럼, 수평 방향으로 에어 쿠션(110)에 힘이 가해지면, 수직 방향으로 접촉부의 위치[즉, X 좌표의 위치(X(t)), Y 좌표의 위치(Y(t))]가 변하고, 또한 수평 방향으로 접촉부의 위치가 변하게 되어 이전 상태와 비교할 때, 수평 방향으로의 이동량(ΔX)과 수직 방향으로의 이동량(ΔY)이 발생한다.
- [0117] 따라서, 제어부(20)는 현재 단계에서 판정된 이들 이동량(ΔX, ΔY)을 이용하여 다음의 [수학식 12]와 같은 수식을 통해 에어 쿠션(110)에 수평 방향으로 인가되는 힘[Fh(t)]을 산출한다.

**수학식 12**

[0118] 
$$Fh(t) = a_5\Delta X(t)^2 + a_4\Delta Y(t)^2 + a_3\Delta X(t)\Delta Y(t) + a_2\Delta X(t) + a_1\Delta Y(t) + a_0$$

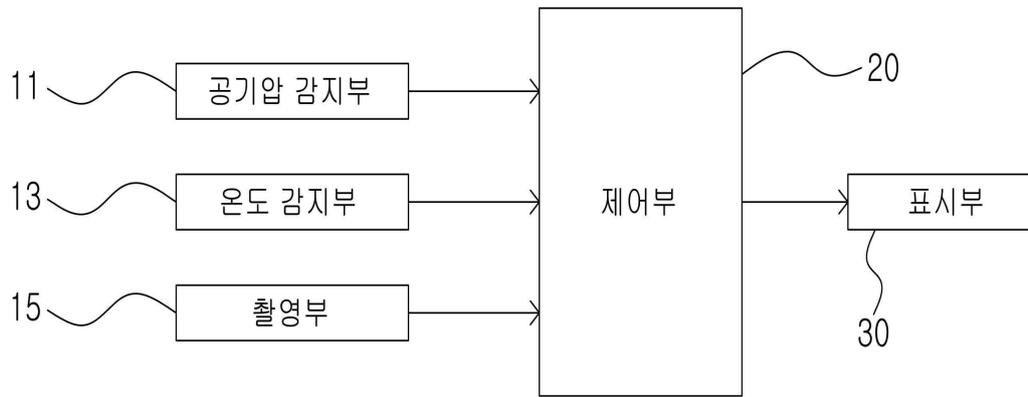
- [0119] 여기서, a1, a2, a3, a4 및 a5는 에어 쿠션(110)을 구성하는 재료의 탄성을 결정짓는 계수로서, 상수이다. 이 때, a1, a2, a3, a4 및 a5는 최소 자승법(least-squares method)으로 산출되며 서로 상이한 값을 갖고 있다.
- [0120] 이처럼, 제어부(20)는 에어 쿠션(110)이 손가락 등으로 눌러짐에 수직 방향과 수평 방향으로 인가되는 힘의 크기를 측정하여, 에어 쿠션(110)에 힘이 인가되는 방향과 크기를 판정하게 된다.
- [0121] 이와 같은 단계(S11) 내지 단계(27)의 동작은 정해진 시간 주기로 행해져, 제어부(20)는 정해진 시간 주기마다 공기압 감지부(11)의 공기압 감지 신호와 온도 감지부(13)의 온도 감지 신호 및 촬영부(15)에서 획득된 영상을 획득하여 수직 방향으로 인가되는 힘[Fv(t)]과 수평 방향으로 인가되는 힘[Fh(t)]을 산출하게 된다.
- [0122] 이러한 방식에 따라 힘의 인가 방향과 크기가 판정되는 에어 쿠션(110)은 컴퓨터 등의 마우스(mouse)와 같은 입력 장치 대신 또는 입력 장치의 보조 장치로서 사용되거나 로봇(robot) 등의 대상물을 무선 또는 유선으로 조정하는 장치로 사용될 수 있다.
- [0123] 즉, 에어 쿠션(110)의 힘 인가 방향으로 이용하여 표시 장치의 커서(cursor)나 대상물의 움직임 방향으로 정하고, 정해진 방향으로 인가되는 힘의 크기에 따라 움직임 정도를 정할 수 있다.
- [0124] 이와 같이, 에어 쿠션(110)을 사용하여 커서나 대상물의 동작을 제어할 경우, 사용자의 만족도가 향상된다.
- [0125] 즉, 에어 쿠션(110)의 소재가 차갑고 단단한 금속이나 플라스틱 등으로 이루어진 대신, 촉감이 부드럽고 탄력성이 있는 고무 재질로 이루어져 있고 또한 그 내부는 공기로 충전되어 있다.
- [0126] 따라서, 마우스, 트랙볼(trackball), 조이스틱(joystick) 등과 같은 입력 장치보다 에어 쿠션(110)을 사용할 경우, 피부에 닿는 촉감과 쿠션감이 향상되어 사용감이 향상된다.
- [0127] 또한, 손가락을 원하는 방향으로 크게 이동시키거나 회전시키는 동작 없이 단지 에어 쿠션(110) 위에 위치한 손가락 등의 움직임 방향과 움직임 정도나 누리는 정도 등으로도 원하는 상태로 커서나 대상물을 제어하게 되므로, 미세 조정이 가능하며 사용자의 피로감이 크게 줄어든다.
- [0128] 또한, 본 발명의 한 실시예에 에어 쿠션을 온(on) 상태와 오프(off) 상태와 같은 절환 스위치나 동작량을 제어하는 스위치로 사용될 경우, 적은 움직임으로도 원하는 장치의 동작을 정밀하게 구동하게 되므로, 사용자의 피로감이 감소하고 제어 대상물에 대한 정확한 제어가 이루어진다.
- [0129] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

**부호의 설명**

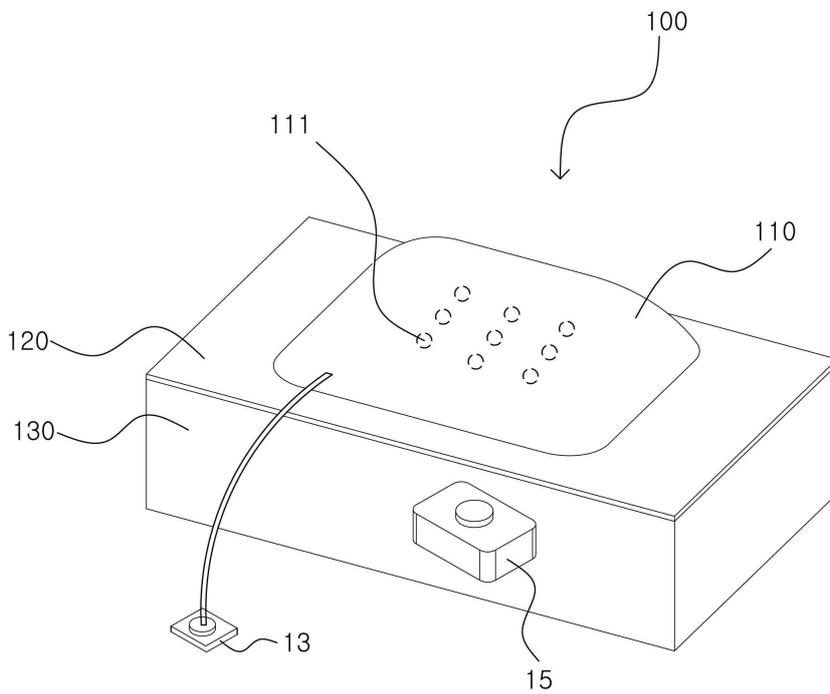
- [0130] 11: 공기압 감지부                      13: 온도 감지부
- 15: 촬영부                                      20: 제어부
- 30: 표시부                                      111: 패턴

도면

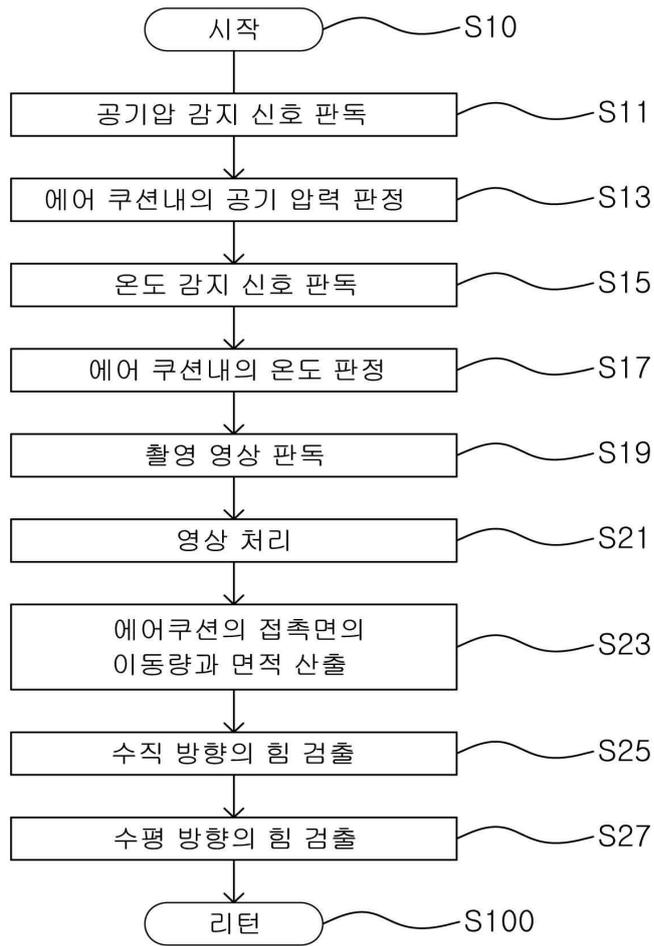
도면1



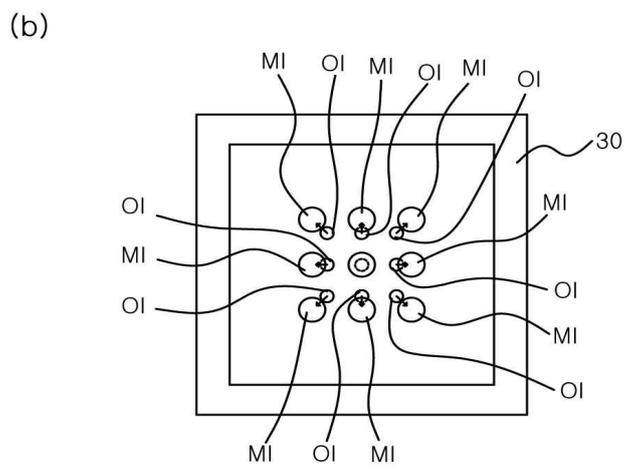
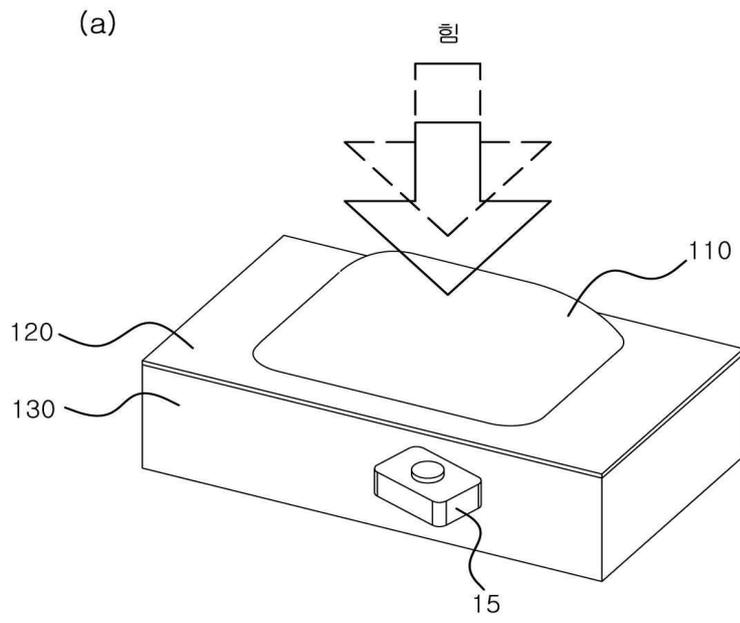
도면2



도면3

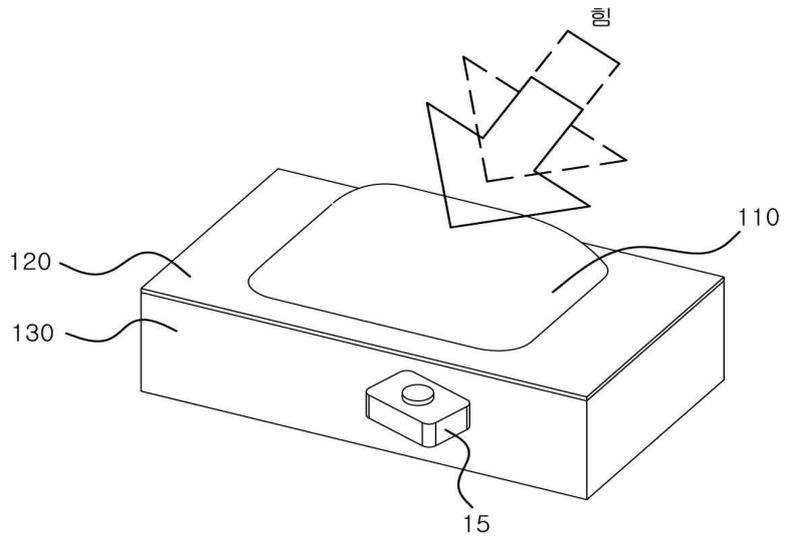


도면4

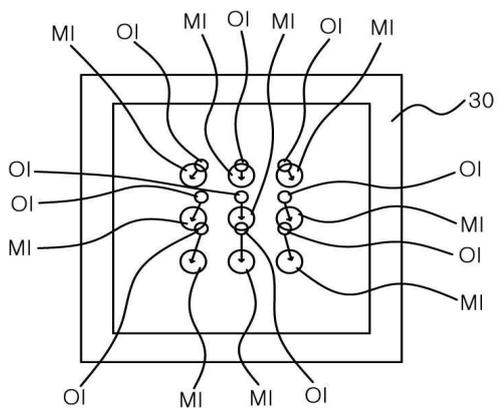


도면5

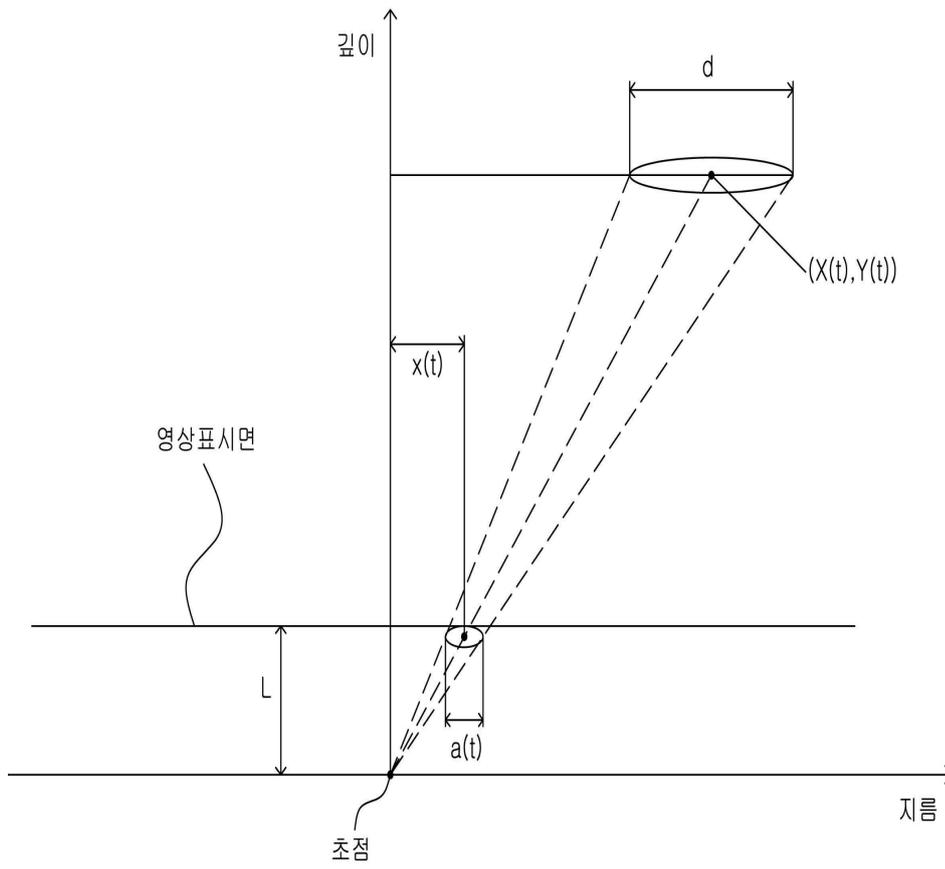
(a)



(b)

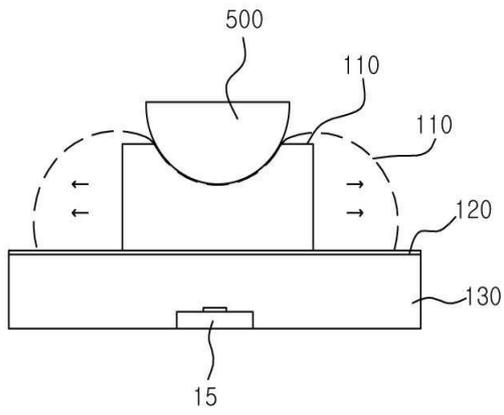


도면6

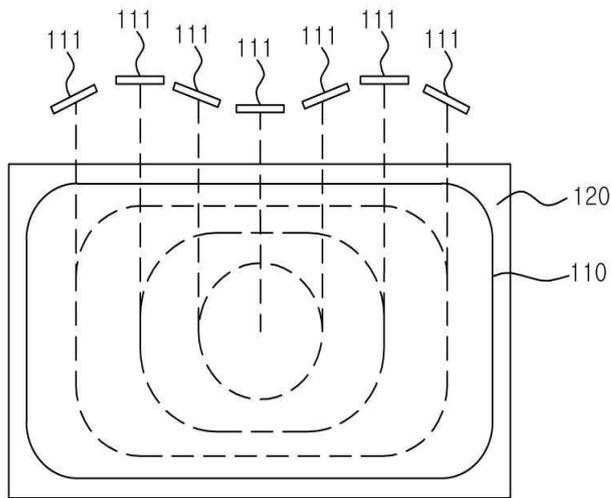


도면7

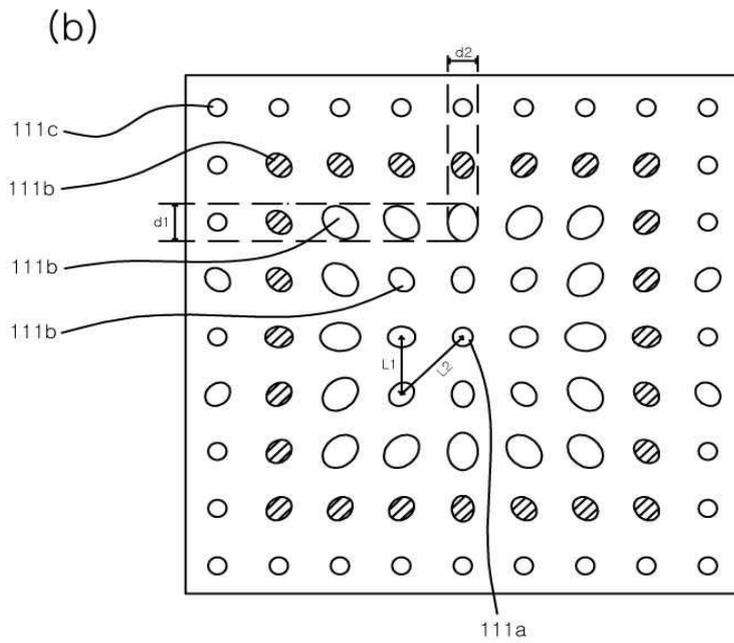
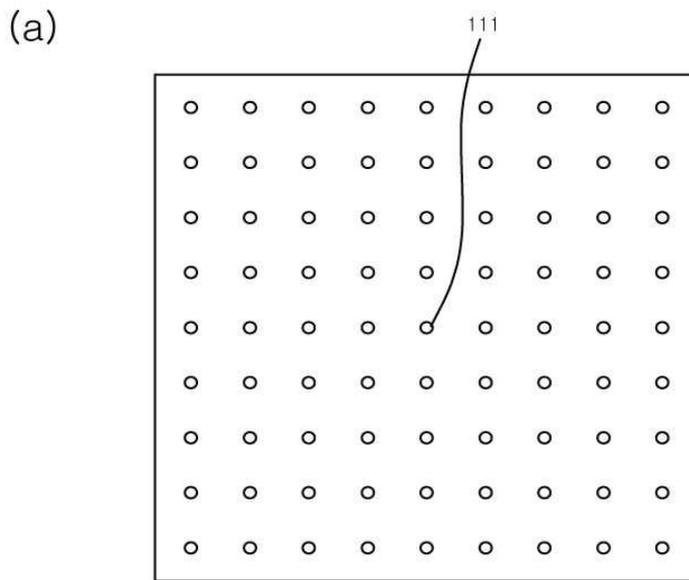
(a)



(b)

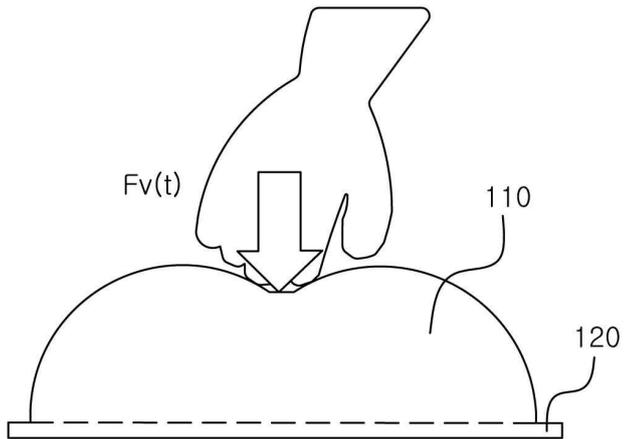


도면8

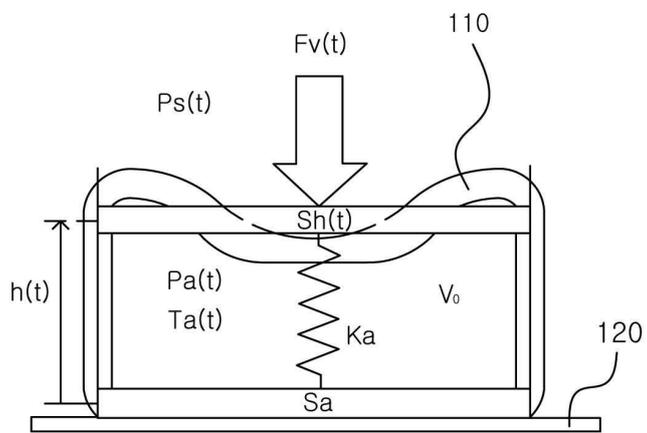


도면9

(a)



(b)



도면10

