



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년02월27일
(11) 등록번호 10-2082227
(24) 등록일자 2020년02월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01K 11/32 (2006.01) E04G 21/32 (2006.01)
G01B 11/16 (2006.01) G01G 3/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01K 11/3206 (2013.01)
E04G 21/3266 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0166362
(22) 출원일자 2018년12월20일
심사청구일자 2018년12월20일
(56) 선행기술조사문헌
JP5008182 B2*
KR101203700 B1*
KR200420918 Y1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
한승우
인천광역시 연수구 신송로82번길 6, 402동 803호
(송도동, 송도풍림아이원4단지아파트)
노갑성
경상남도 창원시 성산구 원이대로 495, 230동
1503호 (반림동, 트리비앙아파트)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 홍정훈

(54) 발명의 명칭 광섬유 센서를 이용한 낙하물 방지망 모니터링 장치

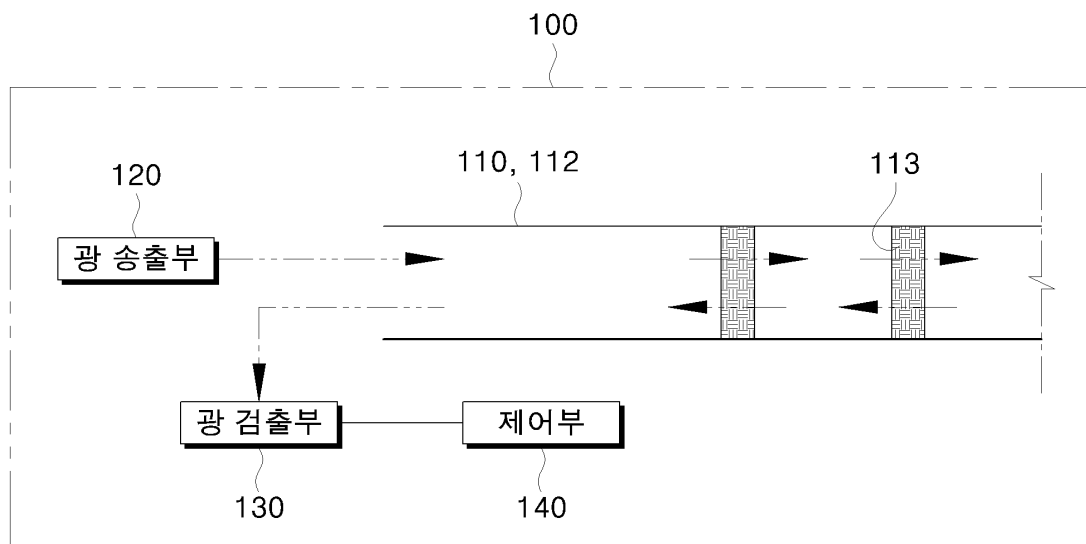
(57) 요약

본 발명은 광섬유 센서를 이용한 낙하물 방지망 모니터링 장치에 대한 것이다.

본 발명에 따르면, 낙하물 방지망의 일단에서 그물형태의 방지망을 지지하는 강선의 내측에 삽입되며, 격자가 배열된 광섬유 센서, 상기 광섬유 센서에 입사되는 광신호를 송출하는 광송출부, 상기 광섬유 센서의 격자로부터

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



반사되어 수신되는 광신호를 검출하는 광검출부, 그리고 상기 수신된 광신호를 이용하여 광섬유 센서의 격자에서 발생된 변형률을 산출하고, 상기 변형률을 이용하여 낙하물 방지망에 낙하된 물체의 낙하 위치 및 무게를 산출하는 제어부를 포함한다.

본 발명에 따른 낙하물 방지망 모니터링 장치는 구조물을 추가하는 것이 아니라 기존의 낙하물 방지망의 테두리에 적용되는 강선에 광섬유 센서를 삽입하여 방지망에 가해지는 충격량을 이용하여 낙하물이 낙하된 위치를 추정할 수 있어 즉각적인 조치가 이루어질 수 있도록 하고, 방지망의 유지관리가 용이하며 재사용률이 높아지므로 방지망을 설치에 따른 비용을 절감할 수 있는 효과를 도모할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G01B 11/18 (2013.01)

G01G 3/125 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

광섬유 센서를 이용한 낙하물 방지망 모니터링 장치에 있어서,

낙하물 방지망의 일단에서 그물형태의 방지망을 지지하는 강선의 내측에 삽입되는 것으로, 브래그 격자 센서로 형성되며, 상기 낙하물 방지망의 지지대 상부에 연결되며, 낙하물 안전망의 단부에 결속되어 물체의 낙하로 인해 발생하는 충격과 외부 온도로 인해 발생된 격자의 간격 변화를 측정하는 제1광섬유 센서, 그리고

상기 낙하물 방지망의 지지대 하부에 연결되며, 외부의 온도로 인해 발생된 격자의 간격 변화를 측정하는 제2광섬유 센서를 포함하는 광섬유 센서,

상기 광섬유 센서에 입사되는 광신호를 송출하는 광송출부,

상기 광섬유 센서의 격자로부터 반사되어 수신되는 광신호를 검출하는 광검출부, 그리고

상기 수신된 광신호를 이용하여 광섬유 센서의 격자에서 발생된 변형률을 산출하고, 상기 변형률을 이용하여 낙하물 방지망에 낙하된 물체의 낙하 위치 및 무게를 산출하는 제어부를 포함하며,

상기 제어부는

상기 격자에 반사되어 수신된 광신호를 수신하는 데이터수신부,

상기 제1광섬유 센서와 제2 광섬유 센서로부터 수신된 광신호를 이용하여 격자의 변화량을 산출하는 변화량 산출부,

상기 산출된 격자의 변화량을 이용하여 강선에 가해진 충격력 값을 산출하는 충격력 산출부, 그리고

상기 충격력 값을 보정하여 낙하지점의 거리 및 높이에 대한 정보를 추정하는 추정부를 포함하며,

상기 충격력 산출부는,

하기의 수학적식을 통해 강선에 가해진 충격력 값을 산출하는 낙하물 방지망 모니터링 장치:

$$P_{stress} = E_{\mu s} \times A_{\mu s} \times \Delta \epsilon_{stress}$$

여기서, P_{stress} 는 강선에 가해진 충격력 값이고, $E_{\mu s}$ 는 강선의 탄성계수이고, $A_{\mu s}$ 는 강선의 단면적이며, $\Delta \epsilon_{stress}$ 는 낙하물 충격력에 의한 격자의 변형률 값을 나타낸다.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 변화량 산출부는,

상기 격자의 변화에 따른 브래그 파장의 변화량을 하기의 수학적식을 이용하여 산출하는 낙하물 방지망 모니터링 장치:

$$\Delta \lambda_B = \lambda_B [(1 - P_s) \Delta \epsilon_{Total} + (\alpha + \xi) \Delta T]$$

여기서, $\Delta\lambda_B$ 는 온도와 변형률 변화에 대한 반사 파장의 변화량 값이고, λ_B 는 브래그의 간격 변화에 의해 변화되는 반사 파장 값이고, α 는 온도 팽창계수이고, β 는 열 광학계수이고, P_e 는 광탄성 상수이고, $\Delta\epsilon_{Total}$ 는 광섬유 격자의 총 변화량 값이고, ΔT 는 광섬유 격자의 온도 변화량 값을 나타낸다.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 낙하물 충격력에 의한 격자의 변형률($\Delta\epsilon_{stress}$)에 대한 값은,

온도와 충격에 의해 변형된 상기 제1광섬유 센서의 격자에 대한 총 변화량($\Delta\epsilon_{Total}$) 값으로부터 온도에 의해 변형된 상기 제2광섬유 센서의 격자의 변화량($\Delta\epsilon_{temp}$) 값을 소거하여 산출되는 낙하물 방지망 모니터링 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 추정부는

하기의 수학적식과 같이, 상기 산출된 충격력에 대한 값에 상기 낙하물 방지망에 대한 건물의 외벽으로부터의 거리값을 보정하여 낙하물의 낙하지점을 추정하는 낙하물 방지망 모니터링 장치:

$$P_{estimated} = P_{stress} \times (1 - \frac{L_o}{L_t})$$

여기서, $P_{estimated}$ 는 최종으로 산출된 충격력 값이고, P_{stress} 는 강선에 가해진 충격력 값이고, L_o 는 건물의 외벽으로부터 낙하물의 낙하지점에 대한 거리값이고, L_t 는 건물의 외벽으로부터 낙하물 방지망의 끝단부까지의 총 거리 값을 나타낸다.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 추정부는,

하기의 수학적식과 같이, 충격력($P_{estimated}$)과 시간(t)을 곱셈하여 충격량($P_{impulsive}$)을 산출하고, 상기 산출된 충격량($P_{impulsive}$)을 통해 낙하물의 높이와 무게를 추정하는 낙하물 방지망 모니터링 장치:

$$P_{impulsive} = P_{estimated} \times t$$

$$P_{estimated} = \frac{m\sqrt{2gh}}{t}$$

여기서, $P_{impulsive}$ 는 충격량 값이고, t는 충돌시간이고, m은 물체의 질량 값이고, $\sqrt{2gh}$ 는 자유낙하에 따른 속도값을 나타낸다.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 광섬유 센서를 이용한 낙하물 방지망 모니터링 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 광섬유 센서를 통해 측정된 변화량을 이용하여 낙하물 방지망에 낙하된 물체의 거리, 무게 및 높이를 추정하는 광섬유 센서

를 이용한 낙하물 방지망 모니터링 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 낙하물 방지망이란 고층 건축물 공사 시 공구나 재료 따위의 낙하물에 의한 피해를 막을 목적으로 설치한 망을 말한다. 이러한 방지망은 지상으로부터 8m 이내에 첫단 망을 설치하고, 망의 첫단 높이 위치에서 매 10m 기준으로 외측에 설치된다.
- [0003] 최근 국내 고층 건축물의 수요가 증가함에 따라 고층 근로자의 안전성을 위해 낙하물 방지망의 필요성은 더욱 높아지고 있으며 그 중요성은 관련 법령으로도 알 수 있다. 이에 따라 낙하물 방지망의 수요는 매우 높으며 추락 사고나 낙하물에 의한 피해 등을 예방하는 데에 큰 도움이 되고 있다.
- [0004] 하지만 낙하물 관련사고 발생 시 방지망에 낙하물이 안전하게 착지하더라도 물체의 날카로운 표면에 의한 방지망의 손상이나 지지대의 파괴에 의한 2차 낙하사고가 발생할 수 있으므로 빠른 시간 안에 사고 발생을 인지하고 대응하는 프로세스를 필요로 하였다. 즉, 야간이나 근로자가 적은 시간에 추락사고 발생 시 적정시간에 대응하지 못하는 문제점이 있었다.
- [0005] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국 등록특허공보 제10-1745510 호(2017.06.12. 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 광섬유 센서를 통해 측정된 변화량을 이용하여 낙하물 방지망에 낙하된 물체의 거리, 무게 및 높이를 추정하는 광섬유 센서를 이용한 낙하물 방지망 모니터링 장치를 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0007] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따르면, 광섬유 센서를 이용한 낙하물 방지망 모니터링 장치에 있어서, 낙하물 방지망의 일단에서 그물형태의 방지망을 지지하는 강선의 내측에 삽입되며, 격자가 배열된 광섬유 센서, 상기 광섬유 센서에 입사되는 광신호를 송출하는 광송출부, 상기 광섬유 센서의 격자로부터 반사되어 수신되는 광신호를 검출하는 광검출부, 그리고 상기 수신된 광신호를 이용하여 광섬유 센서의 격자에서 발생된 변형률을 산출하고, 상기 변형률을 이용하여 낙하물 방지망에 낙하된 물체의 낙하 위치 및 무게를 산출하는 제어부를 포함한다.
- [0008] 상기 광섬유 센서는, 브래그 격자 센서로 형성되며, 상기 낙하물 방지망의 지지대 상부에 연결되며, 낙하물 안전망의 단부에 결속되어 물체의 낙하로 인해 발생하는 충격과 외부 온도로 인해 발생된 격자의 간격 변화를 측정하는 제1광섬유 센서, 그리고 상기 낙하물 방지망의 지지대 하부에 연결되며, 외부의 온도로 인해 발생된 격자의 간격 변화를 측정하는 제2광섬유 센서를 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 제어부는, 상기 격자에 반사되어 수신된 광신호를 수신하는 데이터수신부, 상기 제1광섬유 센서와 제2 광섬유 센서로부터 수신된 광신호를 이용하여 격자의 변화량을 산출하는 변화량 산출부, 상기 산출된 격자의 변화량을 이용하여 강선에 가해진 충격력 값을 산출하는 충격력 산출부, 그리고 상기 충격력 값을 보정하여 낙하지점의 거리 및 높이에 대한 정보를 추정하는 추정부를 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 변화량 산출부는, 상기 격자의 변화에 따른 브래그 파장의 변화량을 하기의 수학적식을 이용하여 산출할 수 있다.
- [0011]
$$\Delta\lambda_B = \lambda_B[(1 - P_e)\Delta\epsilon_{Total} + (\alpha + \xi)\Delta T]$$
- [0012] 여기서, $\Delta\lambda_B$ 는 온도와 변형률 변화에 대한 반사 파장의 변화량 값이고, λ_B 는 브래그의 간격 변화에 의해 변화되는 반사 파장 값이고, α 는 온도 팽창계수이고, ξ 는 열 광학계수이고, P_e 는 광탄성 상수이고, $\Delta\epsilon_{Total}$ 는 광섬유 격자의 총 변화량 값이고, ΔT 는 광섬유 격자의 온도 변화량 값을 나타낸다.

[0013] 상기 충격력 산출부는, 하기의 수학적식을 통해 강선에 가해진 충격력 값을 산출할 수 있다.

$$P_{stress} = E_{\mu s} \times A_{\mu s} \times \Delta \epsilon_{stress}$$

[0015] 여기서, P_{stress} 는 강선에 가해진 충격력 값이고, $E_{\mu s}$ 는 강선의 탄성계수이고, $A_{\mu s}$ 는 강선의 단면적이며, $\Delta \epsilon_{stress}$ 는 낙하물 충격력에 의한 격자의 변형률 값을 나타낸다.

[0016] 상기 낙하물 충격력에 의한 격자의 변형률($\Delta \epsilon_{stress1}$)에 대한 값은, 온도와 충격에 의해 변형된 상기 제1광섬유 센서의 격자에 대한 총 변화량($\Delta \epsilon_{Total}$) 값으로부터 온도에 의해 변형된 상기 제2광섬유 센서의 격자의 변화량($\Delta \epsilon_{temp}$) 값을 소거하여 산출할 수 있다.

[0017] 상기 추정부는, 하기의 수학적식과 같이, 상기 산출된 충격력에 대한 값에 상기 낙하물 방지망에 대한 건물의 외벽으로부터의 거리값을 보정하여 낙하물의 낙하지점을 추정할 수 있다.

$$P_{estimated} = P_{stress} \times (1 - \frac{L_o}{L_t})$$

[0019] 여기서, $P_{estimated}$ 는 최종으로 산출된 충격력 값이고, P_{stress} 는 강선에 가해진 충격력 값이고, L_o 는 건물의 외벽으로부터 낙하물의 낙하지점에 대한 거리값이고, L_t 는 건물의 외벽으로부터 낙하물 방지망의 끝단부까지의 총 거리 값을 나타낸다.

[0020] 상기 추정부는, 하기의 수학적식과 같이, 충격력($P_{estimated}$)과 시간(t)을 곱셈하여 충격량($P_{impulsive}$)을 산출하고, 상기 산출된 충격량($P_{impulsive}$)을 통해 낙하물의 높이와 무게를 추정할 수 있다.

$$P_{impulsive} = P_{estimated} \times t$$

$$P_{estimated} = \frac{m\sqrt{2gh}}{t}$$

[0023] 여기서, $P_{impulsive}$ 는 충격량 값이고, t는 충돌시간이고, m은 물체의 질량 값이고, $\sqrt{2gh}$ 는 자유낙하에 따른 속도값을 나타낸다.

발명의 효과

[0024] 이와 같이 본 발명에 따르면, 구조물을 추가하는 것이 아니라 기존의 낙하물 방지망의 테두리에 적용되는 강선에 광섬유 센서를 삽입하여 방지망에 가해지는 충격량을 이용하여 낙하물이 낙하된 위치를 추정할 수 있어 즉각적인 조치가 이루어질 수 있도록 하고, 방지망의 유지관리가 용이하며 재사용률이 높아지므로 방지망을 설치에 따른 비용을 절감할 수 있는 효과를 도모할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 낙하물 방지망 모니터링 장치를 개략적으로 도시한 구성도이다.

도 2a는 본 발명의 실시예에 따른 낙하물 방지망을 개략적으로 도시한 사시도이다.

도 2b는 본 발명의 실시예에 따른 낙하물 방지망을 개략적으로 도시한 배면도이다.

도 3은 도 1에 도시된 제어부의 구성을 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 낙하물 방지망 모니터링 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 5는 도4에 도시된 S410단계에서 강선의 내측에 설치된 제1광섬유 센서의 구동원리를 개략적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.
- [0027] 또한 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0028] 이하에서는 도 1 내지 도 4를 통하여 본 발명의 실시예에 따른 낙하물 방지망 모니터링 장치에 대하여 설명한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 낙하물 방지망 모니터링 장치를 개략적으로 도시한 구성도이고, 도 2a는 본 발명의 실시예에 따른 낙하물 방지망을 개략적으로 도시한 사시도이고, 도 2b는 본 발명의 실시예에 따른 낙하물 방지망을 개략적으로 도시한 배면도이다.
- [0030] 도 1에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 낙하물 방지망 모니터링 장치(100)는 광섬유 센서(110), 광송출부(120), 광검출부(130) 및 제어부(140)를 포함한다.
- [0031] 낙하물 방지망 모니터링 장치(100)는 낙하물 방지망의 테두리내에 포함된다.
- [0032] 즉, 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이, 낙하물 방지망 모니터링 장치(100)는 낙하물 방지망(200)의 선단과 후단에 각각 설치된다. 부연하자면, 낙하물 방지망(200)은 건축물의 벽면 전방에 설치되는 제1 프레임(210)과, 제1 프레임(210)과 직교하여 설치되는 제2 프레임(220), 및 제2 프레임(220)의 일단과 제1 프레임(210)을 연결 고정하는 브라킷(230)을 포함한다. 이때, 제2 프레임(220)의 타단은 강선(240)에 의해 고정되며, 제1 프레임(210) 및 제2 프레임(220)과 강선(240)의 내측에는 격자무늬 그물망(250)이 위치하여 낙하물이 바닥에 추락하는 것을 방지한다.
- [0033] 그 다음, 낙하물 방지망(400)에 낙하물 방지망 모니터링 장치(100)를 설치하는데, 도 2b에 도시된 바와 같이, 낙하물 방지망 모니터링 장치(100)는 강선(240)의 내측과 제1프레임(210)의 하측에 각각 설치된다.
- [0034] 강선(240)의 내측에 설치된 낙하물 방지망 모니터링 장치(100)는 강선(110)에 가해진 충격력과 온도변화를 측정하고, 제1프레임(410)의 하측에 설치된 낙하물 방지망 모니터링 장치(100)는 외부의 온도변화를 측정한다.
- [0035] 따라서, 본 발명의 실시예에서는 낙하물 방지망 모니터링 장치(100)에 포함된 광섬유 센서(110)를 강선(110)의 내측에 삽입되며 충격력과 온도변화에 따라 광신호를 반사하는 제1광섬유 센서(111)와 제1프레임(410)의 하측에 설치되어 외부 온도 변화에 따라 광신호를 반사하는 제2광섬유 센서(112)로 나뉘어 구분하였다.
- [0036] 한편, 제1광섬유 센서(111)와 제2광섬유 센서(112)는 브래그 격자 센서로 형성된다. 따라서, 제1광섬유 센서(111)와 제2광섬유 센서(112)는 내측의 일부분에 격자(113)를 패턴화하여 형성하고, 격자(113)는 수신된 광신호를 반사시킨다. 즉, 제1광섬유 센서(111)는 낙하물 방지망(400)에 물체가 낙하하여 강선(240)에 가해진 충격에 따라 변형된 브래그 파장(λ_B)을 반사시킨다. 반면에, 제2광섬유 센서(112)는 제1 프레임(210)의 일측에 고정시키거나, 양끝단을 브라킷(230)에 고정한다. 따라서, 제2광섬유 센서(112)는 그물망(250)에 낙하된 물체에 영향을 받지 않고, 외부 온도변화에 영향을 받아 브래그 파장(λ_B)을 반사시킨다.
- [0037] 광송출부(120)는 제1광섬유 센서(111) 및 제2광섬유 센서(112)의 일단에 각각 위치하여 제1광섬유 센서(111)와 제2광섬유 센서(112) 내에 광신호를 송출한다.
- [0038] 광검출부(130)는 제1광섬유 센서(111)와 제2광섬유 센서(112)에서 반사시킨 브래그 파장(λ_B)을 수신하여 전기적 신호로 변환 검출한다. 광검출부(130)는 검출된 광신호를 제어부(140)에 전달하여 제어부(140)로 하여금 낙하물의 낙하지점을 추정한다.
- [0039] 제어부(140)는 광검출부(130)로부터 전달받은 광신호를 이용하여 제1광섬유 센서(111)와 제2광섬유 센서(112)의 격자(113)에서 발생된 변형률을 산출하고, 산출된 변형률을 이용하여 낙하물 방지망에 낙하된 물체의 낙하 위치 및 무게를 추정한다.
- [0040] 이하에서는 도 3을 이용하여 제어부(140)에 대해 더욱 상세하게 설명한다.
- [0041] 도 3은 도 1에 도시된 제어부의 구성을 나타낸 도면이다.
- [0042] 도 3에 도시된 바와 같이, 제어부(140)는 데이터수신부(141), 변화량 산출부(142), 충격력 산출부(143) 및 추정

부(144)를 포함한다.

- [0043] 먼저, 데이터수신부(141)는 제1광섬유 센서(111)와 제2광섬유 센서(112)의 격자에서 반사된 광신호를 수신한다.
- [0044] 변화량 산출부(142)는 데이터수신부(141)로부터 전달받은 광신호를 이용하여 제1광섬유 센서(111)와 제2광섬유 센서(112)에 새겨진 격자의 변형량을 산출한다. 부연하자면, 제1광섬유 센서(111) 및 제2광섬유 센서(112)는 외부 온도 또는 충격력에 의해 격자(113)와 격자(113) 사이의 간격 (grating period)이 변화된다. 따라서, 변화량 산출부(142)는 격자(113)에서 반사된 브래그 파장(λ_B)값을 이용하여 온도와 충격에 의해 발생된 격자의 변형률에 대한 반사 파장의 총 변화량을 산출한다.
- [0045] 충격력 산출부(143)는 변화량 산출부(142)에서 산출된 변화량을 이용하여 제1광섬유 센서(111)에 가해진 충격력을 산출한다. 이때, 변화량 산출부(142)에서 산출된 격자에 대한 총 변화량에는 온도에 의한 변화량도 포함되어 있으므로, 충격력 산출부(143)는 제1광섬유 센서(111)로부터 산출된 변화량에 제2 광섬유 센서(112)로부터 산출된 변화량인 온도에 대한 값을 보정하여 낙하물의 충격에 의한 변형률 값을 도출한다.
- [0046] 추정부(144)는 산출된 충격력 값을 보정하여 낙하물에 대한 낙하지점의 거리 및 높이를 추정한다. 이를 다시 설명하면, 제1광섬유 센서(111)는 낙하물 방지망의 끝단부에 설치되므로, 낙하물의 낙하 지점에 따라 격자의 간격이 달라지게 된다. 따라서, 추정부(144)는 산출된 충격력에 낙하물 방지망이 외부로 돌출된 거리인 총 내민 거리에 대한 값과 건물 외벽으로부터 낙하물이 낙하된 지점에 대한 거리값을 이용하여 충격력 값을 보정함으로써 낙하물의 낙하지점을 추정할 수 있다.
- [0047] 또한, 낙하물의 높이와 무게에 따라 강선에 가해지는 충격력이 상이하므로, 추정부(144)는 산출된 충격력과 거리를 보정한 충격력을 비교하여 낙하물의 높이와 무게를 추정할 수 있다.
- [0048] 이하에서는 도 4 및 도 5를 이용하여 낙하물 방지망 모니터링 장치를 이용한 낙하물 추정방법에 대해 더욱 상세하게 설명한다.
- [0049] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 낙하물 방지망 모니터링 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0050] 먼저, 광 송출부(120)는 낙하물 방지망(400)에 설치된 광섬유 센서(110)에 광신호를 입사시킨다.
- [0051] 그 다음, 제어부(140)는 광섬유 센서(110)에 입사되어 격자(113)에 의해 반사된 광신호를 이용하여 변형률을 산출한다(S410).
- [0052] 도 5는 도4에 도시된 S410단계에서 강선의 내측에 설치된 제1광섬유 센서의 구동원리를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0053] 광섬유 센서(110)는 내측에 격자(113)를 형성하고, 격자(113)와 격자(113) 사이의 간격은 외부의 충격이나 온도 변화에 따라 변화된다. 이때, 도 5에 도시된 바와 같이, 제1 광섬유 센서(111)는 낙하물 방지망(200)의 강선(240)의 내측에 삽입된 상태이며, 강선(240)은 그물망(250)에 낙하된 물체에 따라 충격이 발생되거나 외부의 온도 변화에 따라 탄성계수가 달라진다.
- [0054] 따라서, 제1 광섬유 센서(111)는 강선(240)의 변화에 따라 내측에 새겨진 격자(113)와 격자(113)의 사이 간격이 달라지게 되므로, 제1 광섬유 센서(111)에 입사된 광신호는 변화된 격자(113)로 인해 변형된 브래그 파장(λ_B)을 반사시킨다.
- [0055] 한편, 제2 광섬유 센서(112)는 그물망(250)의 충격에 영향을 받지 않으므로, 외부 온도에 따라 달라진 격자(113)로 인해 변형된 브래그 파장(λ_B)을 반사시킨다.
- [0056] 따라서, 제어부(140)는 제1광섬유 센서(111)로부터 수신된 광신호와 제2광섬유 센서(112)로부터 수신된 광신호에 대해 각각의 변형률을 산출한다.
- [0057] 부연하자면, 데이터수신부(141)는 광검출부(130)에서 검출된 광신호를 수신하고, 수신된 광신호를 변화량 산출부(142)에 전달한다.
- [0058] 그 다음, 변화량 산출부(142)는 전달받은 광신호를 하기의 수학식 1에 적용하여 제1 광섬유 센서(111)의 격자(113)의 변화에 따른 브래그 파장의 변화량을 산출한다.

수학식 1

[0059]
$$\Delta\lambda_B = \lambda_B[(1 - P_e)\Delta\epsilon_{Total} + (\alpha + \xi)\Delta T]$$

[0060] 여기서, $\Delta\lambda_B$ 는 온도와 변형을 변화에 대한 반사 파장의 변화량 값이고, λ_B 는 브래그의 간격 변화에 의해 변화되는 반사 파장 값이고, α 는 온도 팽창계수이고, ξ 는 열 광학계수이고, P_e 는 광탄성 상수이고, $\Delta\epsilon_{Total}$ 는 광섬유 격자의 총 변화량 값이고, ΔT 는 광섬유 격자의 온도 변화량 값을 나타낸다.

[0061] 제1광섬유 센서(111)는 강선(240)의 내측에 결속되므로, 외부 온도 및 낙하물에 의해 강선(240)에 충격이 가해져 제1광섬유 센서(111)의 내측에 새겨진 격자(113)와 격자(113) 사이에 간격 변화가 발생된다.

[0062] 그리고 제2광섬유 센서(112)는 외부 충격 또는 낙하물에 의한 충격이 가해지지 않으므로 외부 온도로 인해 격자(113)의 간격 변화가 발생된다.

[0063] 따라서, 충격력 산출부(143)는 제1광섬유 센서(111)로부터 산출된 격자(113)의 총 변화량 값($\Delta\epsilon_{Total}$)에 제2광섬유 센서(112)로부터 산출된 산출된 격자(113)의 변형률 값($\Delta\epsilon_{temp}$)을 을 소거하여 충격에 대한 변형률 값($\Delta\epsilon_{stress}$)을 도출한다(S420).

[0064] 그 다음, 충격력 산출부(143)는 도출된 충격에 대한 변형률 값($\Delta\epsilon_{stress}$)을 하기의 수학식 2에 적용하여 강선(240)에 가해진 충격력을 산출한다(S430).

수학식 2

[0065]
$$P_{stress} = E_{\mu s} \times A_{\mu s} \times \Delta\epsilon_{stress}$$

[0066] 여기서, P_{stress} 는 강선에 가해진 충격력 값이고, $E_{\mu s}$ 는 강선의 탄성계수이고, $A_{\mu s}$ 는 강선의 단면적이며, $\Delta\epsilon_{stress}$ 는 낙하물 충격력에 의한 격자의 변형률 값을 나타낸다.

[0067] S430단계와 같이, 강선(240)에 가해진 충격력 값을 산출한 다음에, 추정부(144)는 낙하물의 낙하지점을 추정한다.

[0068] 먼저, 추정부(144)는 하기의 수학식 3과 같이 낙하물 방지망에 대한 건물의 외벽으로부터의 거리값을 보정하여 충격력 값을 산출한다(S440).

수학식 3

[0069]
$$P_{estimated} = P_{stress} \times (1 - \frac{L_o}{L_t})$$

[0070] 여기서, $P_{estimated}$ 는 최종으로 산출된 충격력 값이고, P_{stress} 는 강선에 가해진 충격력 값이고, L_o 는 건물의 외벽으로부터 낙하물의 낙하지점에 대한 거리값이고, L_t 는 건물의 외벽으로부터 낙하물 방지망의 끝단부까지의 총 거리 값을 나타낸다.

[0071] 부연하자면, 제1광섬유 센서(111)는 낙하물 방지망(200)의 끝단부에 설치되므로 낙하물의 낙하 지점에 따라 측정값이 달라질 수 있다. 따라서, 추정부(144)는 낙하물 방지망(200)의 총 내민 거리를 L_t 라고 하고, 건물의 외벽으로부터 낙하물의 낙하지점을 L_o 라고 설정한다. 그 다음, 추정부(144)는 앞서 수학식 2를 통해 산출된 강선

에 가해진 충격력 값에 거리에 따른 차이를 보상해주기 위하여 $(1 - \frac{L_a}{L_t})$ 를 곱셈한다. 따라서, 추정부(144)는 최종으로 산출된 충격력 값($P_{estimated}$)을 이용하여 낙하물의 낙하지점을 추정한다.

[0072] 그 다음, 추정부(144)는 최종으로 산출된 충격력 값($P_{estimated}$)을 이용하여 낙하물의 낙하높이와 무게를 추정한다(S450).

[0073] 다시 설명하면, 먼저, 추정부(144)는 수학적 4를 이용하여 충격량($P_{impulsive}$)을 산출한다.

수학적 4

[0074]
$$P_{impulsive} = P_{estimated} \times t$$

[0075] 여기서, $P_{impulsive}$ 는 충격량 값이고, t는 충돌시간이다.

[0076] 한편, 충격량($P_{impulsive}$)은 질량(m)과 속도(v)를 통해 산출된다. 이때, 속도는 자유낙하에 따른 속도값이므로, $\sqrt{2gh}$ 로 변환될 수 있다. 따라서, 추정부(144)는 질량과 속도값을 알고 있다면 하기의 수학적 5와 같이 충격량을 산출할 수 있다.

수학적 5

[0077]
$$P_{estimated} = \frac{m\sqrt{2gh}}{t}$$

[0078] 따라서, 추정부(144)는 광섬유 센서(110)로부터 수신된 광신호를 이용하여 충격력을 계산하고, 계산된 충격력을 통해 낙하물의 높이와 무게를 추정할 수 있다.

[0079] 본 발명의 실시예에 따른 낙하물 방지망 모니터링 장치(100)는 산출된 충격력에 의해 낙하물의 높이와 질량을 추정할 수 있다. 따라서, 사용자는 충격력 에 대한 기준값을 설정하고, 설정한 기준값에 따라 적절한 대응이 이루어질 수 있도록 한다. 따라서, 사용자는 낙하물 방지망이 지면으로부터 10m마다 설치한다고 가정한 상태에서, 충격력에 대한 기준값을 설정한다. 예를 들어, 산출된 충격력 값($P_{estimated}$)이 기준값인 0.77KN보다 작으면, 사용자는 현장 날씨와 풍속을 확인해야 되고, 산출된 충격력 값($P_{estimated}$)이 기준값인 0.77KN 보다 크거나 같고 1.4KN보다 작으면, 사용자는 소형장비 또는 공구가 10m이하에서 낙하한 것으로 인지한다. 마지막으로, 산출된 충격력 값($P_{estimated}$)이 기준값인 1.4 KN 보다 크거나 같고 3.2 KN 보다 작으면, 사용자는 다량의 폐기물 또는 자재가 낙하한 것으로 인지하며, 산출된 충격력 값($P_{estimated}$)이 기준값인 3.2 KN 이상이면, 사용자는 작업자 혹은 중장비가 추락한 것으로 인지하여 적절한 대응이 이루어질 수 있도록 한다.

[0080] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따르면, 구조물을 추가하는 것이 아니라 기존의 낙하물 방지망의 테두리에 적용되는 강선에 광섬유 센서를 삽입하여 방지망에 가해지는 충격량을 이용하여 낙하물이 낙하된 위치를 추정할 수 있어 즉각적인 조치가 이루어질 수 있도록 하고, 방지망의 유지관리가 용이하며 재사용률이 높아지므로 방지망을 설치에 따른 비용을 절감할 수 있는 효과를 도모할 수 있다.

[0082] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0083] 100 : 낙하물 방지망 모니터링 장치

- 110 : 광섬유 센서

111 : 제1광섬유 센서

112 : 제2광섬유 센서

113 : 격자

120 : 광송출부

130 : 광검출부

140 : 제어부

141 : 데이터수신부

142 : 변화량 산출부

143 : 충격력 산출부

144 : 추정부

200 : 낙하물 방지망

210 : 제1프레임

220 : 제2프레임

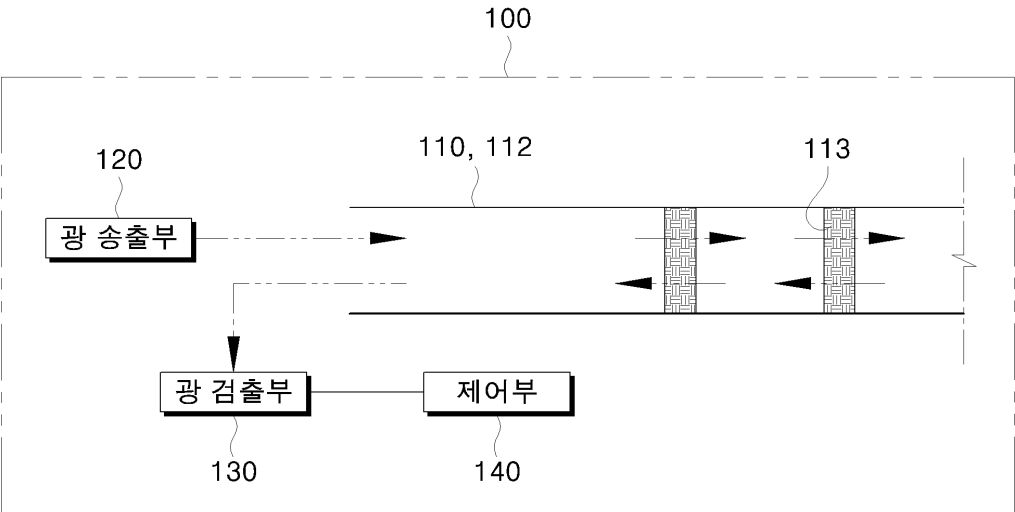
230 : 브라켓

240 : 강선

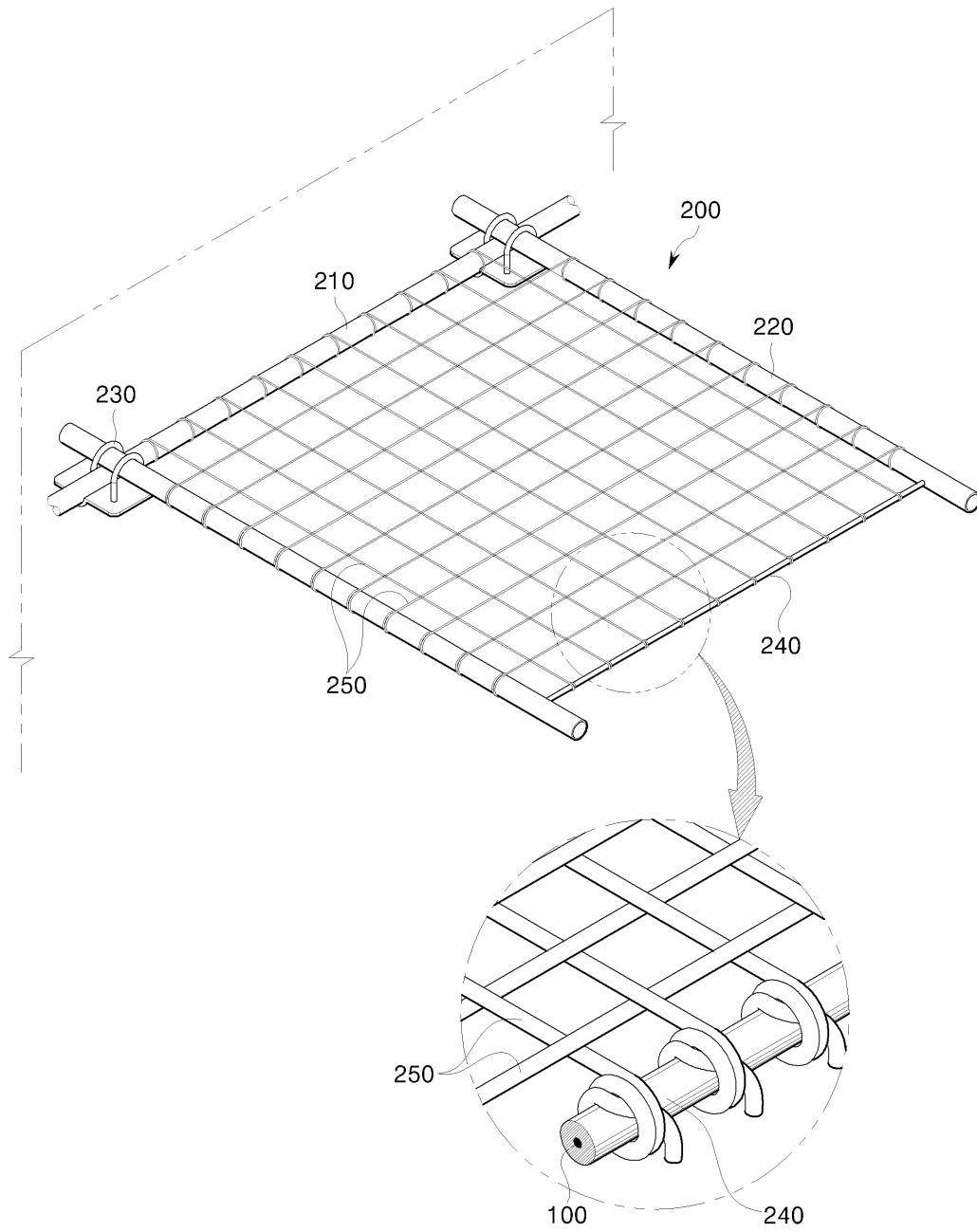
250 : 그물망

도면

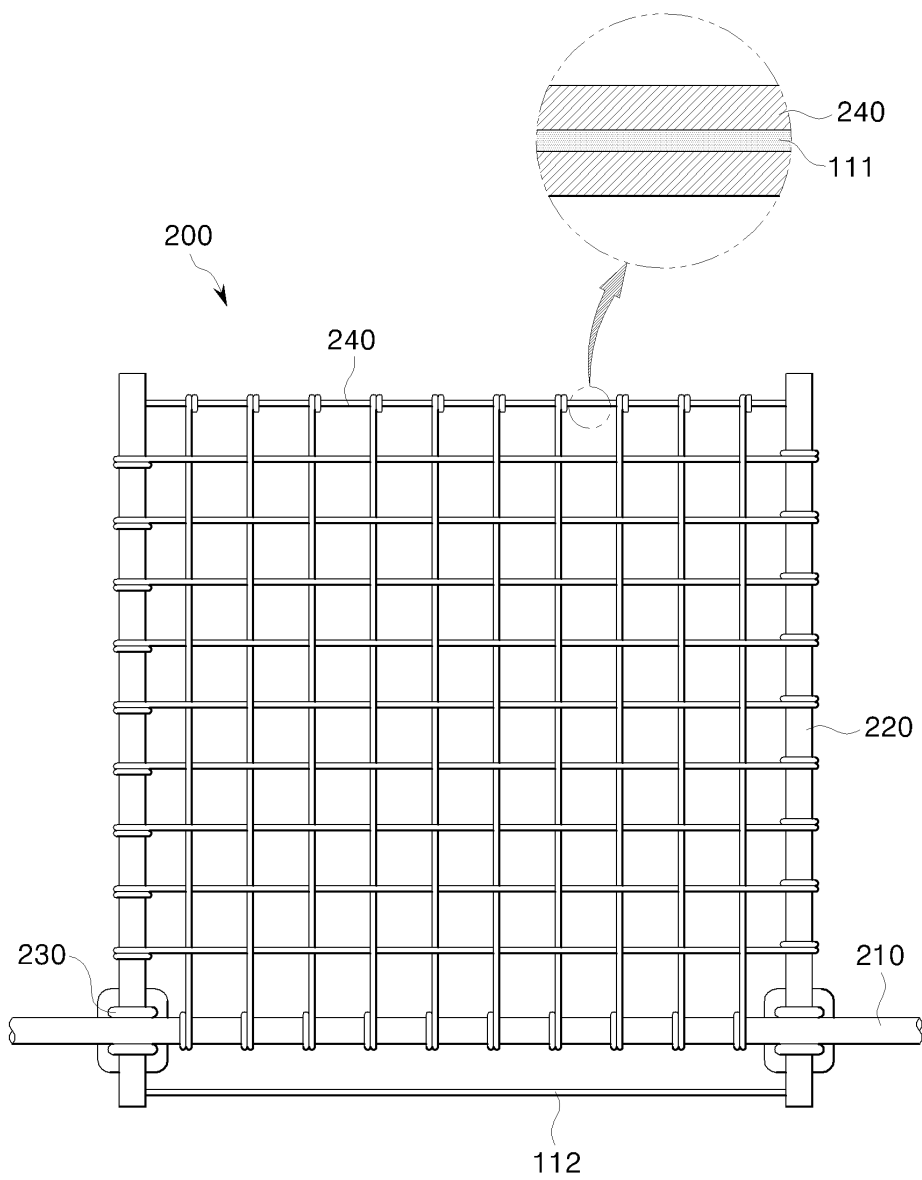
도면1



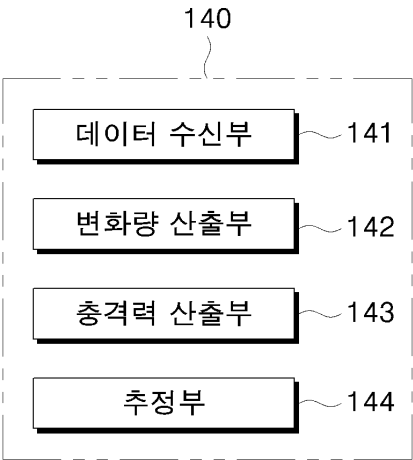
도면2a



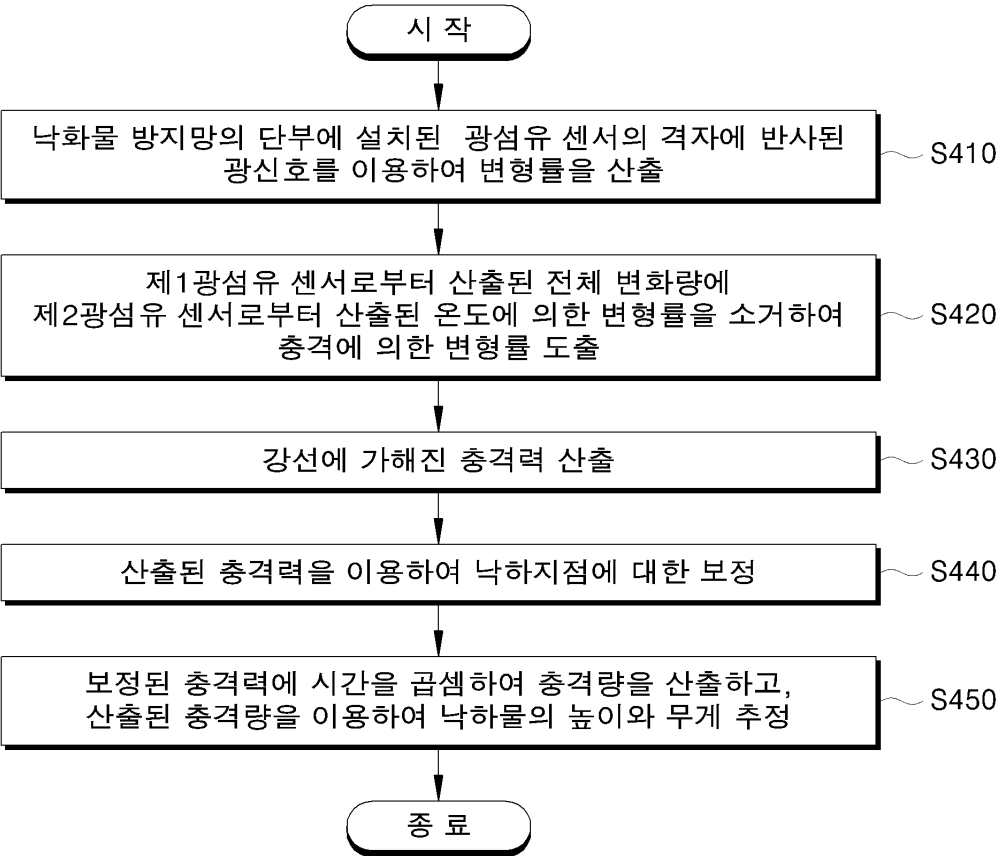
도면2b



도면3



도면4



도면5

