(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0107592
(43) 공개일자 2024년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01F 35/21 (2022.01) *B01F 101/59* (2022.01)
B01F 27/112 (2022.01) *B01F 35/212* (2022.01)
B01F 35/214 (2022.01) *B01F 35/22* (2022.01)
B01F 35/30 (2022.01) *H01M 4/02* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01F 35/2136 (2022.01)
B01F 27/112 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2022-0190360
(22) 출원일자 2022년12월30일
심사청구일자 2022년12월30일

(71) 출원인
주식회사 윤성에프앤씨
경기도 안성시 공도읍 문터길 72-23
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
김한성
경기도 용인시 처인구 양지면 송주로236번길 1-4
황옥렬
경남 진주시 에나로 175번길 12 303동 2401호 (중흥S클래스 센트럴시티 3단지)
(74) 대리인
특허법인대한

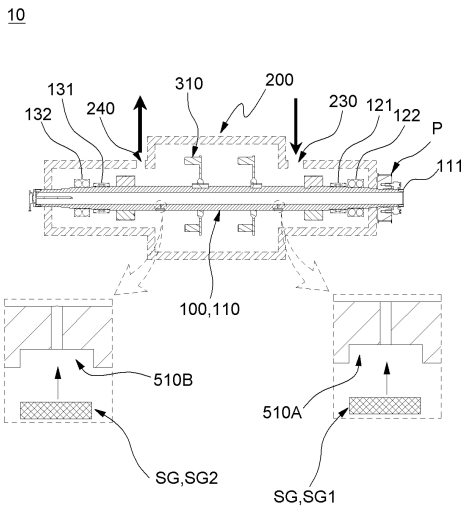
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **고전단 분산기의 실시간 점도 모니터링 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 분산기에서 점도를 모니터링 하는 것으로서, 날개의 회전에 의해 슬러리를 교반하고, 상기 날개는 회전축에 의해 회전되며 상기 회전축에 스트레인 게이지를 부착하여, 슬러리의 점도에 의해 회전축에 발생하는 비틀림 각도를 실시간을 측정하여 현재 교반 중인 슬러리의 점도를 모니터링하도록 하고 이에 의해 슬러리를 연속적으로 교반하는 분산기에서도 실시간으로 슬러리의 점도를 모니터링할 수 있는 고전단 분산기의 실시간 점도 모니터링 장치 및 방법이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B01F 35/212 (2022.01)
B01F 35/214 (2022.01)
B01F 35/2205 (2022.01)
B01F 35/2209 (2022.01)
H01M 4/02 (2022.01)
B01F 2035/351 (2022.01)
B01F 2035/352 (2022.01)
B01F 2101/59 (2022.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415175169
과제번호 20014404
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원
연구사업명 기계장비산업기술개발(R&D)
연구과제명 중대형 배터리 전극용 35 LPM급 연속식 슬러리 믹싱 시스템 및 in line 품질 측정 기술개발
과제수행기관명 (주)윤성에프앤씨
연구기간 2021.04.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

슬러리가 투입되는 하우징(200)과 상기 하우징(200) 내부에 배치되는 회전축(100)과, 상기 회전축(100)에 연동되어 하우징(200) 내부에서 회전하며 슬러리를 분산하는 날개(310)와 상기 회전축(100)에 구비되어 상기 회전축(100)의 비틀림 각도를 측정하는 각도 측정부(500)를 포함하고, 상기 하우징(200) 외부에 배치되고 각도 측정부(500)가 무선으로 연결되는 제어부(CON)를 포함하여,

상기 제어부(CON)와 각도 측정부(500)에 의해 상기 회전축(100)의 비틀림 각도를 측정하고, 상기 측정된 비틀림 각도에 의해 회전축(100)에 가해지는 토크를 산출하여 현재 교반 중인 슬러리의 점도를 모니터링하는 고전단 분산기의 실시간 점도 모니터링 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 각도 측정부(500)는 상기 회전축(100) 일 측에 배치되어 회전축(100)의 비틀림 각도를 측정하는 스트레인 게이지(SG)와, 상기 회전축(100) 일 측에 배치되어 상기 회전축(100)과 같이 회전하며 상기 스트레인 게이지(SG)에서 발생한 신호를 변환하는 신호 변환부(520)와, 상기 회전축(100) 일 측에 배치되어 상기 신호 변환부(520)에서 발생한 신호를 제어부(CON)로 송신하는 신호 송신부(540)를 포함하는 고전단 분산기의 실시간 점도 모니터링 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 회전축(100)과 날개(310)는 수평 방향으로 배치되는 한편, 상기 회전축(100)은 내부가 비어 있는 회전축 본체(110)를 포함하고,

상기 각도 측정부(500)는 상기 회전축 본체(110)에 형성되어 스트레인 게이지(SG)가 구비되는 설치부(510)와, 상기 스트레인 게이지(SG)와 신호 변환부(520)를 연결하는 배선(W)을 포함하고,

상기 설치부(510)는 상기 회전축 본체(110) 외측면에 일정 깊이로 요홈되어 상기 스트레인 게이지(SG)가 안착하는 안착홈(511)과, 상기 안착홈(511)의 바닥면에서 관통되어 회전축 본체(110) 내부와 연통되는 배선 관통공(512)을 포함하고,

상기 신호 변환부(520)는 상기 회전축 본체(110) 내부에 고정되어 상기 회전축 본체(110)와 연동되어 회전하는 베이스(521)와, 상기 베이스(521)에 고정되는 회로부(522)를 포함하며,

상기 배선(W)은 상기 스트레인 게이지(SG)에 연결된 후 배선 관통공(512)을 통해 회전축 본체(110) 내부로 진입한 후 상기 회로부(522)에 연결되는 고전단 분산기의 실시간 점도 모니터링 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 회전축(100)은 회전축 본체(110)의 양 측면을 마감하는 커버(120)를 포함하고, 상기 신호 송신부(540)는 상기 커버(120)의 외측면에 구비되는 한편,

상기 각도 측정부(500)는 상기 회전축(100) 외부에 설치되어 전력을 무선으로 공급하는 무선 전력 송신부(550)와, 상기 커버(120)의 외측면에 구비되어 전력을 수신하는 무선 전력 수신부(530)와, 상기 회전축(100) 외부에 설치되어 상기 무선 전력 송신부(550)가 지지되는 지지 브라켓(570)을 포함하며,

상기 무선 전력 수신부(530)에서 수신된 전력은 상기 회로부(522)에 공급되는 고전단 분산기의 실시간 점도 모니터링 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 하우징(200)은 상기 날개(310)를 수용하는 메인 하우징(210)과, 상기 메인 하우징(210) 양 측에 구비되는 제1하우징(221) 및 제2하우징(222)을 포함하고,

상기 회전축(100)은 상기 제1하우징(221)과 메인 하우징(210) 그리고 제2하우징(222) 내부를 관통하며,

상기 제1하우징(221) 일 측에 투입구(230)가 형성되고, 제2하우징(222) 일 측에 배출구(240)가 설치되며,

상기 제1하우징(221) 내부 중 회전축(100) 끝단에 제1베어링(122)이 배치되고, 상기 제1베어링(122)과 투입구(230) 사이에 제1씰부(121)가 배치되며,

상기 제2하우징(222) 내부 중 회전축(100) 끝단에 제2베어링(132)이 배치되고, 상기 제2베어링(132)과 배출구(240) 사이에 제2씰부(131)가 배치되는 고전단 분산기의 실시간 점도 모니터링 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 스트레인 게이지(SG)는 다수개 설치되어 상기 제1베어링(122)와 상기 제1씰부(121)가 상기 제2베어링(132) 및 상기 제2씰부(131)가 상기 회전축의 비틀림에 영향을 주는 것을 보상하는 고전단 분산기의 실시간 점도 모니터링 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 각도 측정부(500)의 설치부(510)는 상기 날개(310)와 제1씰부(121)사이에 형성되는 제1설치부(510A)와, 상기 날개(310)와 제2씰부(131)사이에 형성되는 제2설치부(510B)를 포함하고,

상기 스트레인 게이지(SG)는 상기 제1설치부(510A)에 설치되는 제1스트레인 게이지(SG1)와, 상기 제2설치부(510B)에 설치되는 제2스트레인 게이지(SG2)를 포함하며,

2개의 스트레인 게이지를 설치하는 고전단 분산기의 실시간 점도 모니터링 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 분산기에서 점도를 모니터링 하는 것으로서, 날개의 회전에 의해 슬러리를 교반하고, 상기 날개는 회전축에 의해 회전되며 상기 회전축에 스트레인 게이지를 부착하여, 슬러리의 점도에 의해 회전축에 발생하는 토크를 실시간으로 측정하여 현재 교반 중인 슬러리의 점도를 모니터링하도록 하고 이에 의해 슬러리를 연속적으로 교반하는 분산기에서도 실시간으로 슬러리의 점도를 모니터링할 수 있는 고전단 분산기의 실시간 점도 모니터링 장치 및 방법이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 2차 전지라고 하는 것은 방전된 이후에도 충전을 통해 재사용이 가능한 전지를 말한다. 이러한 2차 전지의 생산 공정은 슬러리 생산 공정, 조립 공정 그리고 활성화 공정을 포함한다.

[0003] 상기 슬러리 생산 공정은 바인더를 생산하기 위한 바인더 용액 생산 공정과, 전극 슬러리 생산을 위한 전극 슬러리 생산 공정을 포함한다. 상기 전극 슬러리 생산 공정은 상기 바인더 용액 생산 공정에서 생산된 바인더 용액과 소정의 활물질과 도전재 등을 믹싱한다.

[0004] 상기 조립 공정은 상기 슬러리 생산 공정에서 제조된 전극 슬러리를 이용하여 완성품을 만들게 되고, 상기 활성화 공정은 조립된 전지를 충방전하여 전기적 특성을 부여하게 된다.

[0005] 한편, 상기 슬러리를 생산하기 위해 믹서와 분산기를 포함한다. 상기 믹서에서 소정의 원재료 파우더와 용매를

믹싱하고 분산기에서 추가적으로 교반하여 원재료 파우더와 용매가 균일하게 분산된 슬러리를 제조하게 된다.

[0006] 상기 믹서는 종래에는 배치식 믹싱 장치가 이용되었으나, 대량 생산을 위해 최근에는 연속식 믹싱 장치가 이용되고 있다. 상기 연속식 장치에 의해 슬러리가 연속적으로 배출되므로 분산기에서도 연속적으로 분산하게 된다.

[0007] 그런데, 종래의 분산기의 경우 배치(Batch, 단속 생산 작업 단위) 단위로 분산한 후 샘플을 채취하여 슬러리의 점도를 측정하여 교반 상태를 모니터링하는 기술인 관계로 현재와 같이 연속적으로 슬러리를 교반하는 경우에는 실시간으로 슬러리의 점도를 모니터링하기가 어려운 문제점이 있었다.

[0008] 한편, 상술한 연속식 믹싱 장치와 분산기 자체는 널리 알려진 것으로서 특히 아래의 선행기술문헌에 자세히 기재되어 있는 바, 이에 대한 설명과 도시는 생략한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 한국 등록 특허 제10-1856482호, 한국 등록 특허 제10-1856482호

(특허문헌 0002) 한국 등록 특허 제10-1856482호, 일본 등록 특허 제6038557호

(특허문헌 0003) 일본 등록 특허 제4505086호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 날개의 회전에 의해 슬러리를 교반하고, 상기 날개는 회전축에 의해 회전되며 상기 회전축에 스트레인 게이지를 부착하여, 슬러리의 점성유동에 의해 회전축에 발생하는 토크를 실시간으로 측정하여 현재 교반 중인 슬러리의 점도를 모니터링하도록 하고 이에 의해 슬러리를 연속적으로 교반하는 분산기에서도 실시간으로 슬러리의 점도를 모니터링할 수 있는 고전단 분산기의 실시간 점도 모니터링 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0011] 그러나 본 발명의 목적은 상기에 언급된 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 슬러리가 투입되는 하우징(200)과 상기 하우징(200) 내부에 배치되는 회전축(100)과, 상기 회전축(100)에 연동되어 하우징(200) 내부에서 회전하며 슬러리를 분산하는 날개(310)와 상기 회전축(100)에 구비되어 상기 회전축(100)의 변형률을 측정하는 변형율 측정부(500)를 포함하고, 상기 하우징(200) 외부에 배치되고 변형율 측정부(500)가 무선으로 연결되는 제어부(CON)를 포함하여, 상기 제어부(CON)와 변형율 측정부(500)에 의해 상기 회전축(100)의 토크를 측정하고, 상기 측정된 토크에 의해 회전축(100)에 가해지는 토크를 산출하여 현재 교반 중인 슬러리의 점도를 모니터링하는 고전단 분산기의 실시간 점도 모니터링 장치를 제공한다.

[0013] 상기에서, 상기 변형율 측정부(500)는 상기 회전축(100) 일 측에 배치되어 회전축(100)의 토크를 측정하는 스트레인 게이지(SG)와, 상기 회전축(100) 일 측에 배치되어 상기 회전축(100)과 같이 회전하며 상기 스트레인 게이지(SG)에서 발생한 신호를 변환하는 신호 변환부(520)와, 상기 회전축(100) 일 측에 배치되어 상기 신호 변환부(520)에서 발생한 신호를 제어부(CON)로 송신하는 신호 송신부(540)를 포함한다.

[0014] 상기에서, 상기 회전축(100)과 날개(310)는 수평 방향으로 배치되는 한편, 상기 회전축(100)은 내부가 비어 있는 회전축 본체(110)를 포함하고, 상기 변형율 측정부(500)는 상기 회전축 본체(110)에 형성되어 스트레인 게이지(SG)가 구비되는 설치부(510)와, 상기 스트레인 게이지(SG)와 신호 변환부(520)를 연결하는 배선(W)을 포함하고, 상기 설치부(510)는 상기 회전축 본체(110) 외측면에 일정 깊이로 요홈되어 상기 스트레인 게이지(SG)가 안착하는 안착홈(511)과, 상기 안착홈(511)의 바닥면에서 관통되어 회전축 본체(110) 내부와 연통되는 배선 관통공(512)을 포함하고, 상기 신호 변환부(520)는 상기 회전축 본체(110) 내부에 고정되어 상기 회전축 본체(110)와 연동되어 회전하는 베이스(521)와, 상기 베이스(521)에 고정되는 회로부(522)를 포함하며, 상기 배선(W)은

상기 스트레인 게이지(SG)에 연결된 후 배선 관통공(512)을 통해 회전축 본체(110) 내부로 진입한 후 상기 회로부(522)에 연결된다.

[0015] 상기에서, 상기 회전축(100)은 회전축 본체(110)의 양 측면을 마감하는 커버(120)를 포함하고, 상기 신호 송신부(540)는 상기 커버(120)의 외측면에 구비되는 한편, 상기 각도 측정부(500)는 상기 회전축(100) 외부에 설치되어 전력을 무선으로 공급하는 무선 전력 송신부(550)와, 상기 커버(120)의 외측면에 구비되어 전력을 수신하는 무선 전력 수신부(530)와, 상기 회전축(100) 외부에 설치되어 상기 무선 전력 송신부(550)가 지지되는 지지 브라켓(570)을 포함하며, 상기 무선 전력 수신부(530)에서 수신된 전력은 상기 회로부(522)에 공급된다.

[0016] 상기에서, 상기 하우징(200)은 상기 날개(310)를 수용하는 메인 하우징(210)과, 상기 메인 하우징(210) 양 측에 구비되는 제1하우징(221) 및 제2하우징(222)을 포함하고, 상기 회전축(100)은 상기 제1하우징(221)과 메인 하우징(210) 그리고 제2하우징(222) 내부를 관통하며, 상기 제1하우징(221) 일 측에 투입구(230)가 형성되고, 제2하우징(222) 일 측에 배출구(240)가 설치되며, 상기 제1하우징(221) 내부 중 회전축(100) 끝단에 제1베어링(122)이 배치되고, 상기 제1베어링(122)과 투입구(230) 사이에 제1씰부(121)가 배치되며, 상기 제2하우징(222) 내부 중 회전축(100) 끝단에 제2베어링(132)이 배치되고, 상기 제2베어링(132)과 배출구(240) 사이에 제2씰부(131)가 배치된다.

[0017] 상기에서, 상기 스트레인 게이지(SG)는 다수 개 설치되어 상기 제1베어링(122)과 상기 제1씰부(121)가 상기 제2베어링(132) 및 상기 제2씰부(131)가 상기 회전축의 비틀림에 영향을 주는 것을 보상한다.

[0018] 상기에서, 상기 변형율 측정부(500)의 설치부(510)는 상기 날개(310)와 제1씰부(121)사이에 형성되는 제1설치부(510A)와, 상기 날개(310)와 제2씰부(131)사이에 형성되는 제2설치부(510B)를 포함하고, 상기 스트레인 게이지(SG)는 상기 제1설치부(510A)에 설치되는 제1스트레인 게이지(SG1)와, 상기 제2설치부(510B)에 설치되는 제2스트레인 게이지(SG2)를 포함하며, 2개의 스트레인 게이지를 설치한다.

[0019] 상기에서, 상기 회전축은 상기 제1하우징(221)의 끝단을 통과하여 노출되는 노출단이형성되어 상기 노출단에 풀리(P)가 부착되며 상기 풀리의 회전에 의해 상기 노출단이 구동단이 되어 회전축이 회전되고 상기 회전축의 비틀림은 상기 제1씰부(121) 및 상기 제1베어링부(122)의 회전저항에 의해 비틀림이 생성되는 제1비틀림(A1)와 상기 날개(310)의 회전저항에 비틀림이 생성되는 제2비틀림(A2)와 상기 제2씰부(131) 및 상기 제2베어링부(132)의 회전저항에 의해 비틀림이 생성되는 제3비틀림(A3)로 구분되고 상기 스트레인 게이지(SG)를 통해 상기 각 비틀림을 측정한다.

[0020] 상기에서, 상기 제1설치부(510A)에 설치된 상기 제1스트레인 게이지(SG1)에서 측정되는 각도는 구동단을 기준으로 상기 제1설치부(510A)의 뒤쪽에 위치한 날개(310)의 회전저항에 의해 생성되는 제2비틀림(A2)과 상기 제2씰부(131) 및 상기 제2베어링부(132)의 회전저항에 의해 생성되는 제3비틀림(A3) 및 나머지 회전저항(A4)의 합으로 표현되며, 상기 제2설치부(510B)에 설치된 상기 제2스트레인 게이지(SG2)에서 측정되는 각도는 구동단을 기준으로 상기 제2설치부(510B)의 뒤쪽에 위치한 상기 제2씰부(131) 및 상기 제2베어링부(132)의 회전저항에 의해 생성되는 제3비틀림각도(A3) 및 나머지 회전저항(A4)의 합으로 표현됨에 따라 SG1= A2+A3+A4 가 되고, SG2=A3+A4가 되어 날개의 회전저항에 의해 생성되는 비틀림 각도A2는 SG1-SG2 로 결정된다.

[0021] 또한, 본 발명은 상기 점도 모니터링 장치에 의해 슬러리의 점도를 모니터링하는 방법으로서, 날개(310)의 회전에 의해 슬러리를 교반할 때, 상기 슬러리의 저항에 의한 회전축(100)의 비틀림을 상기 변형율 측정부(500)와 제어부(CON)에 의해 산출하고, 상기 산출된 비틀림에 의해 회전축(100)에 가해지는 토크를 산출하여 현재 교반 중인 슬러리의 점도를 실시간으로 산출하는 고전단 분산기의 실시간 점도 모니터링 방법을 제공한다.

[0022] 상기에서, 상기 변형율 측정부(500)의 제1스트레인 게이지(SG1)에 의해 상기 날개(310)와 제2씰부(131) 및 제2베어링(132)에 의한 제1토크를 산출하고, 상기 제2스트레인 게이지(SG2)에 의해 제2씰부(131) 및 제2베어링(132)에 의한 제2토크를 산출하여, 상기 제1토크와 제2토크의 차이에 의해 날개(310)에 의한 토크를 산출하여 현재 교반 중인 슬러리의 점도를 실시간으로 산출한다.

[0023] 주어진 회전수에서 토크측정을 통한 점도의 측정은 Metzner와 Otto의 이론식을 따라 수행하는 것이 바람직하다.

[0024] Metzner와 Otto의 이론식을 간단히 소개하면, Metzner와 Otto는 뉴턴 유체에서 적용되는 레이놀즈 수와 파워 수의 관계를 비뉴턴 유체에서도 동일하게 적용할 수 있다고 가정하였다.

[0025] 이를 위해 뉴턴 유체의 레이놀즈 수에 대응되는 비뉴턴 유체의 무차원 상수가 필요하며, Metzner와 Otto는 이를 유효 레이놀즈 수 Re_eff=ρND^2/μ_eff로 정의하였다. 여기서 μ_eff는 유효 점도라 지칭한다. 유효 점도는 주

어진 유동장에서의 비뉴턴 유체가 갖는 총 에너지 소산율과 같은 값의 총 에너지 소산율을 갖는 가상 뉴턴 유체의 점도이며, 에너지 소산율 관점에서 평균적 대표 점도라 할 수 있다.

[0026] 따라서, 유효 레이놀즈 수와 유효 점도는 동일 유동장에서 뉴턴 유체에서 정의되었던 에너지 소산율 계수 K_p와 동일한 값이 나오도록 정의된다.

[0027] 따라서 회전수에 따른 토크의 데이터로부터 유효점도와 유효전단율을 아래와 같이 구할 수 있고, 이를 고속분산기에서의 점도와 전단율로 정할 수 있다.

[0028] 유효점도(μ_eff) = 2πT/(K_p * NV), 유효전단율(γ'_eff) =K_s * N

[0029] 여기서 T : 토크, V : 분산거리 내부용적, K_s : 유효전달율 계수, ρ : 유체의 밀도, D : 임펠러의 직경임.

[0030] 본 발명의 특징 및 이점들은 첨부 도면에 의거한 다음의 상세한 설명으로 더욱 명백해질 것이다.

[0031] 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니되며, 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합되는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.

발명의 효과

[0032] 이상 설명한 본 발명에 의해 슬러리를 연속적으로 교반하는 분산기에서도 실시간으로 슬러리의 점도를 모니터링할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 모니터링 장치를 나타내는 개략도,

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 모니터링 장치의 단면 사시도,

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 모니터링 장치의 단면도,

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 모니터링 장치의 각도 측정부를 나타내는 확대도,

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 모니터링 장치의 제어부의 결합 관계를 나타내는 개략도이다.

도 6은 본 발명의 또다른 실시예에 따른 모니터링 장치로서, 3개의 스트레인 게이지를 도시한 개략도,

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 설명하기로 한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.

[0035] 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 하여 내려져야 할 것이다.

[0036] 아울러, 아래의 실시예는 본 발명의 권리범위를 한정하는 것이 아니라 본 발명의 청구범위에 제시된 구성요소의 예시적인 사항에 불과하며, 본 발명의 명세서 전반에 걸친 기술사상에 포함되고 청구범위의 구성요소에서 균등물로서 치환 가능한 구성요소를 포함하는 실시예는 본 발명의 권리범위에 포함될 수 있다.

[0037] 본 발명의 일 실시예에 따른 점도 모니터링 장치(10)는 도 1 내지 도 5에 도시된 바와 같이 슬러리가 투입되는 하우징(200)과 상기 하우징(200) 내부에 배치되는 회전축(100)과, 상기 회전축(100)에 구비되어 상기 회전축(100)의 비틀림 각도를 측정하는 각도 측정부(500)를 포함한다. 상기 회전축(100)에는 날개(310)가 연동된다. 즉, 상기 회전축(100)의 회전에 의해 날개(310)가 회전되어 슬러리를 교반하게 된다.

[0038] 이때, 슬러리의 점도에 의한 저항이 회전축(100)에 가해져서 회전축(100)에 일정한 비틀림이 생기게 된다. 이러한 비틀림의 각도를 상기 각도 측정부(500)에 의해 측정한다. 다시 말해서 교반이 잘되어서 용매와 원재료 파우더의 분산이 균일하게 되면 회전축에 가해지는 저항이 줄어들게 되어 비틀림 각도가 감소하고 반대로 분산이 균일하지 않으면 회전축에 가해지는 저항이 커져서 비틀림 각도가 증가하게 된다. 이러한 비틀림 각도를 실시간으로 측정하면 현재 고전단 분산기에서 교반되고 있는 슬러리의 점도를 실시간으로 측정할 수 있게 된다.

[0039] 한편, 상기 각도 측정부(500)에서 측정된 비틀림 각도는 하우징(200) 외부에 배치되는 제어부(CON)에 무선으로 연결된다. 이러한 제어부(CON)에 의해 상기 측정된 비틀림 각도로 부터 점도를 산출하게 된다.

[0040] 상기 각도 측정부(500)는 상기 회전축(100) 일 측에 배치되어 회전축(100)의 비틀림 각도를 측정하는 스트레인 게이지(SG)를 포함할 수 있다. 상기 스트레인 게이지는 기계적인 변화에 따라 전기 저항이 변화하는 센서를 말한다. 이러한 스트레인 게이지를 회전축에 부착하면 회전축의 비틀림 변형에 따라 전기 저항이 변화하게 되고 이러한 전기 저항 변화에 따른 전기 신호를 측정하여 비틀림 정도 즉, 비틀림 각도를 측정하게 된다. 스트레인 게이지는 휘트스톤 브리지 회로를 사용하며 이러한 스트레인 게이지 및 이를 이용한 비틀림 각도 측정 기술은 널리 알려진 것으로서 예를 들어 한국 등록 특허 제10-1963620호 자세히 나타나 있어 이에 대한 중복되는 설명과 도시는 생략한다.

[0041] 본 발명의 각도 측정부(500)는 신호 변환부(520)와 신호 송신부(540)를 포함한다. 상기 신호 변환부(520)는 상기 회전축(100) 일 측에 배치되어 상기 회전축(100)과 같이 회전하며 상기 스트레인 게이지(SG)에서 발생한 신호를 변환한다. 예를 들어 상기 스트레인 게이지(SG)에서 발생한 신호는 아날로그 신호이므로 이를 디지털 신호로 바꾸는 것이다. 한편, 비틀림 각도 측정 대상이 되는 회전축(100)이 회전하므로 상기 신호 변환부(520) 역시 회전축(100)과 같이 회전하도록 구비된다. 상기 신호 송신부(540)는 상기 회전축(100) 일 측에 배치되어 상기 신호 변환부(520)에서 발생한 신호를 제어부(CON)로 송신한다. 상기 제어부(CON)는 상기 신호 변환부(520)에서 발생한 신호에 의해 비틀림 각도 및 관련 정보를 산출하게 되며 이를 위해 상기 신호 송신부(540)에 의해 신호가 제어부(CON)로 송신된다. 상기 신호 송신부(540)는 무선 송신을 위한 안테나 등을 이용할 수 있으며 이러한 구성은 널리 알려진 기술인 관계로 자세한 설명과 도시는 생략한다. 또한, 상기 제어부(CON)는 널리 알려진 컴퓨터 등을 이용할 수 있으며 이러한 제어부 구성 역시 널리 알려진 관계로 이에 대한 자세한 설명과 도시는 생략한다.

[0042] 이상 설명한 제어부(CON)와 각도 측정부(500)에 의해 상기 회전축(100)의 비틀림 각도를 측정하고, 상기 측정된 비틀림 각도에 의해 회전축(100)에 가해지는 토크를 산출하여 현재 교반 중인 슬러리의 점도를 실시간으로 모니터링하게 된다.

[0043] 상기 회전축(100)과 날개(310)는 수평 방향으로 배치된다. 즉, 슬러리가 수평 방향으로 이동하면서 날개(310)에 의해 교반된다. 이러한 날개(310) 역시 수평 방향으로 배치되어 슬러리에 추력이 발생하는 것을 방지한다. 이러한 구성에 의해 날개(310)가 빨리 회전하여도 슬러리가 추력에 의해 빨리 이동하는 것을 방지하여 교반에 필요한 시간을 충분히 확보할 수 있다.

[0044] 상기 회전축(100)은 내부가 비어 있는 회전축 본체(110)를 포함한다. 이때, 상기 각도 측정부(500)는 상기 회전축 본체(110)에 형성되어 스트레인 게이지(SG)가 구비되는 설치부(510)와, 상기 스트레인 게이지(SG)와 신호 변환부(520)를 연결하는 배선(W)을 포함한다. 즉, 스트레인 게이지(SG)가 상기 설치부(510)에 안착되고 배선(W)을 통해 스트레인 게이지(SG)에서 발생된 신호가 신호 변환부(520)로 전달된다.

[0045] 이러한 설치부(510)는 상기 회전축 본체(110) 외측면에 일정 깊이로 요홈되어 상기 스트레인 게이지(SG)가 안착하는 안착홈(511)과, 상기 안착홈(511)의 바닥면에서 관통되어 회전축 본체(110) 내부와 연통되는 배선 관통공(512)을 포함한다. 상기 스트레인 게이지(SG)는 통상 필름 형태로 제조되어 있으며 이러한 스트레인 게이지(SG)를 상기 안착홈(511)에 접착제 등에 의해 설치한다. 상기 스트레인 게이지(SG)에 연결되는 배선(W)은 상기 배선 관통공(512)을 통해 회전축(100) 내부로 투입된다. 상기 배선(W)은 상기 스트레인 게이지(SG)에 전원을 공급하는 배선과 신호를 출력하는 배선을 포함할 수 있으며 이러한 구성은 널리 알려진 관계로 이에 대한 자세한 설명과 도시는 생략한다.

[0046] 상기 배선 관통공(512)을 통해 회전축(100) 내부로 투입된 배선(W)은 신호 변환부(520)에 연결된다. 이러한 신호 변환부(520)는 상기 회전축 본체(110) 내부에 고정되어 상기 회전축 본체(110)와 연동되어 회전하는 베이스(521)와, 상기 베이스(521)에 고정되는 회로부(522)를 포함한다. 이때, 상기 배선(W)은 상기 스트레인 게이지(SG)에 연결된 후 배선 관통공(512)을 통해 회전축 본체(110) 내부로 진입한 후 상기 회로부(522)에 연결된다. 이러한 구성에 의해 스트레인 게이지(SG)와 배선(W) 그리고 회로부(522)가 같이 회전하므로 배선(W)의 꼬임이 방지된다.

[0047] 본 발명의 고전단 분산기에서 슬러리는 날개(310)에 의해 교반되어 분산된다. 상기 날개(310)는 회전축(100)에 의해 회전된다. 이러한 회전축(100)은 회전축 본체(110)의 양 측면을 마감하는 커버(120)를 포함할 수 있다. 즉, 회전축 본체(110)의 내부는 비어 있는 형상이므로 개방된 양 측면을 커버(120)에 의해 밀폐하여 마감하는

것이다. 이러한 커버(120)의 외측면에 신호 송신부(540)가 구비된다. 상기 신호 송신부(540)는 널리 알려진 안테나 등을 이용할 수 있으며 이러한 신호 송신부(540)와 회로부(522)는 널리 알려진 배선(도시되지 않음)에 의해 연결되어 신호가 전달될 수 있다.

[0048] 본 발명의 각도 측정부(500)는 스트레인 게이지(SG)를 포함하며, 이러한 스트레인 게이지(SG)에 전력을 공급하기 위해 무선 전력 송신부(550)를 포함할 수 있다. 상기 무선 전력 송신부(550)는 상기 회전축(100) 외부에 설치되어 전력을 무선으로 공급한다. 또한, 상기 커버(120)의 외측면에는 무선 전력 수신부(530)가 구비되어 전력을 수신한다. 상기 무선 전력 수신부(530)에서 수신된 전력은 배선(도시되지 않음)을 통해 회로부(522)로 공급되고 상기 회로부(522)에 연결된 배선(W)을 통해 스트레인 게이지(SG)로 공급된다. 상기 무선 전력 송신부(550)는 지지 브라켓(570)에 의해 지지될 수 있다. 상기 지지 브라켓(570)은 상기 회전축(100) 외부에 설치되어 상기 무선 전력 송신부(550)가 지지될 수 있다. 상기 지지 브라켓(570)은 도시된 바와 같이 ㄴ 자 형상을 가질 수 있으며 상기 지지 브라켓(570)의 하단은 바닥에 별도로 배치되는 지지판(560)에 고정될 수 있다.

[0049] 슬러리를 교반하는 날개(310)는 하우징(200) 내부에 배치된다. 이러한 하우징(200)은 상기 날개(310)를 수용하는 메인 하우징(210)과, 상기 메인 하우징(210) 양 측에 구비되는 제1하우징(221) 및 제2하우징(222)을 포함한다. 도시된 실시예의 경우 상기 메인 하우징(210)의 도면상 우측에 제1하우징(221)이 배치되고, 메인 하우징(210)의 도면상 좌측에 제2하우징(222)이 배치된다. 이때, 상기 회전축(100)의 양 끝단은 상기 제1하우징(221)과 메인 하우징(210) 그리고 제2하우징(222) 내부를 관통하고 나서 제1하우징(221) 및 제2하우징(222)으로부터 노출된다. 상기 제1하우징(221)에서 노출된 회전축(100)에는 풀리(P)가 구비되고, 상기 풀리(P)는 외부의 동력 공급원(M)에 연결되어 회전된다. 즉, 상기 풀리(P)의 회전에 의해 회전축(100)이 회전하고, 상기 회전축(100)의 회전에 의해 날개(310)가 회전한다. 상기 제1하우징(221) 일 측에 투입구(230)가 형성되고, 제2하우징(222) 일 측에 배출구(240)가 설치된다. 상기 투입구(230)를 통해 슬러리가 투입되고, 투입된 슬러리는 메인 하우징(210) 내부에서 날개(310)에 의해 교반된 후 배출구(240)를 통해 배출된다.

[0050] 상술된 바와 같이 회전축(100)이 제1하우징(221) 및 제2하우징(222) 내부에 배치되므로 상기 회전축(100)이 제1하우징(221) 및 제2하우징(222) 내부에서 안정적으로 회전되도록 제1하우징(221) 내부에 제1베어링(122)이 설치되고, 제2하우징(222) 내부에 제2베어링(132)이 설치되 회전축(100)이 회전 가능하도록 지지한다.

[0051] 한편, 상기 제1하우징(221) 및 제2하우징(222)과 회전축(100) 사이 공간에는 슬러리가 유동하므로 슬러리가 상기 제1베어링(122) 및 제2베어링(132)에 침투하여 베어링의 손상이 발생하지 않도록 제1씰부(121) 및 제2씰부(131)가 배치된다.

[0052] 즉, 상기 제1하우징(221) 내부 중 회전축(100) 끝단(도면상 우측 끝단)에 제1베어링(122)이 배치되고, 상기 제1베어링(122)과 투입구(230) 사이 즉, 제1베어링(122)의 도면상 좌측에 제1씰부(121)가 배치된다. 이러한 제1씰부(121)에 의해 슬러리가 제1베어링(122)으로 침투하는 것을 차단하여 제1베어링(122)의 손상을 방지한다.

[0053] 또한, 상기 제2하우징(221) 내부 중 회전축(100) 끝단(도면상 좌측 끝단)에 제2베어링(132)이 배치되고, 상기 제2베어링(132)과 배출구(240) 사이 즉, 제2베어링(132)과 배출구(240) 사이에 제2씰부(131)가 배치된다. 이러한 제2씰부(131)에 의해 슬러리가 제2베어링(132)으로 침투하는 것을 차단하여 제2베어링(132)의 손상을 방지한다.

[0054] 이때, 상기 각도 측정부(500)의 설치부(510)는 상기 날개(310)와 제1씰부(121)사이에 형성되는 제1설치부(510A)와, 상기 날개(310)와 제2씰부(131)사이에 형성되는 제2설치부(510B)를 포함한다. 즉, 상기 날개(310)를 기준으로 좌우측에 각각 구비되어 한 쌍으로 설치될 수 있다. 이때, 스트레인 게이지(SG) 또한 상기 제1설치부(510A)에 설치되는 제1스트레인 게이지(SG1)와, 상기 제2설치부(510B)에 설치되는 제2스트레인 게이지(SG2)를 포함한다. 이러한 제1스트레인 게이지(SG1)와 제2스트레인 게이지(SG2)에서 각각 측정된 회전축(100)의 비틀림 각도에 의해 제1씰부(121)와 제1베어링(122) 그리고 제2씰부(131)와 제2베어링(132)의 영향을 제외하고 날개(310)에 의한 회전축(100)의 비틀림 각도를 산출하여 현재 교반 중인 슬러리의 점도를 모니터링하게 되며 이에 대해서는 따로이 설명한다.

[0055] 이상 설명한 바와 같이 본 발명은 고전단 분산기의 실시간 점도 모니터링 장치로서 이하 상기 모니터링 장치를 이용하여 슬러리의 점도를 실시간으로 모니터링하는 방법에 대해 설명한다.

[0056] 즉, 날개(310)의 회전에 의해 슬러리를 교반할 때, 상기 슬러리의 저항에 의한 회전축(100)에 비틀림 현상이 발생한다. 이러한 비틀림 현상으로 인한 비틀림 각도를 상기 각도 측정부(500)와 제어부(CON)에 의해 산출한다. 상기 산출된 비틀림 각도에 의해 회전축(100)에 가해지는 토크를 산출하여 현재 교반 중인 슬러리의 점도를 실

시간으로 산출한다. 다시 말해서, 본 발명에 의하면 연속식 믹싱 장치에서 믹싱된 슬러리를 고전단 분산기에서 교반할 때, 현재 교반하고 있는 슬러리의 점도를 실시간으로 측정할 수 있게 된다.

[0057] 이때, 상기 각도 측정부(500)의 제1스트레인 게이지(SG1)에 의해 상기 날개(310)와 제2씰부(131) 및 제2베어링(132)에 의한 제1토크를 산출하고, 상기 제2스트레인 게이지(SG2)에 의해 제2씰부(131) 및 제2베어링(132)에 의한 제2토크를 산출하여, 상기 제1토크와 제2토크의 차이에 의해 날개(310)에 의한 토크를 산출하여 현재 교반중인 슬러리의 점도를 실시간으로 산출한다.

[0058] 즉, 회전축(100)의 비틀림은 슬러리의 점도 저항 뿐만 아니라 상기 씰부와 베어링에 의해서도 발생할 수 있으므로 슬러리의 점도를 보다 정확하게 측정하기 위해서는 슬러리의 점도 저항에 의한 비틀림 각도를 산출하는 것이 바람직하다.

[0059] 이를 위해 상기 스트레인 게이지(SG)는 다수개 설치되어 상기 제1베어링(122)와 상기 제1씰부(121)와 상기 제2베어링(132) 및 상기 제2씰부(131)가 상기 회전축의 비틀림에 영향을 주는 것을 보상하는 것도 가능하다.

[0060] 보다 상세히 설명하면 상기 각도 측정부(500)의 설치부(510)는 상기 날개(310)와 제1씰부(121)사이에 형성되는 제1설치부(510A)와, 상기 날개(310)와 제2씰부(131)사이에 형성되는 제2설치부(510B)를 포함할 수 있다.

[0061] 즉, 상기 제1설치부(510A)에 설치된 상기 제1스트레인 게이지(SG1)에서 측정되는 각도는 구동단을 기준으로 상기 제1설치부(510A)의 뒤쪽에 위치한 날개(310)의 회전저항에 의해 생성되는 제2비틀림각도(A2)와 상기 제2씰부(131) 및 상기 제2베어링부(132)의 회전저항에 의해 생성되는 제3비틀림각도(A3) 및 나머지 회전저항(A4)의 합으로 표현될 수 있다.

[0062] 상기 제2설치부(510B)에 설치된 상기 제2스트레인 게이지(SG2)에서 측정되는 각도는 구동단을 기준으로 상기 제2설치부(510B)의 뒤쪽에 위치한 상기 제2씰부(131) 및 상기 제2베어링부(132)의 회전저항에 의해 생성되는 제3비틀림각도(A3) 및 나머지 회전저항(A4)의 합으로 표현될 수 있다.

[0063] 이러한 이유로 SG1= A2+A3+A4 가 되고, SG2=A3+A4가 되어 날개의 회전저항에 의해 생성되는 비틀림 각도A2는 SG1-SG2 로 결정될 수 있다.

[0064] 한편, 도 5에 도시된 바와 같이 풀리를 구동하는 구동부(M)는 널리 알려진 전동 모터 등을 이용할 수 있고 제어부(CON)는 상술된 바와 같은 PC 등을 이용할 수 있다. 이러한 제어부(CON)가 상기 구동부(M)와 각도 측정부(500)를 제어하여 상술된 비틀림 각도 및 토크를 산출할 수 있다.

[0065] 도 6에 의하면, 날개(310)들 사이에 스트레인 게이지를 설치하여 날개 각각에 걸리는 슬러리의 점도저항으로 인한 비틀림 각도를 측정할 수 있다. 예를 들어 날개(310)가 제1베어링부(122)에 가까이 설치된 날개를 앞날개라 하고, 상기 제2베어링부(132)에 가까이 설치된 날개를 뒷날개라 할 때, 제1베어링부(122)과 앞날개 사이에 제1스트레인 게이지(SG1)가 배치되고, 뒷날개와 제2베어링 사이에는 제2스트레인 게이지(SG2)가 배치되며 앞날개와 뒷날개 사이는 제3스트레인 게이지(SG3)가 배치된다.

[0066] 이때 회전축의 비틀림각도는 상기 제1씰부(121) 및 상기 제1베어링부(122)의 회전저항에 의해 비틀림이 생성되는 제1비틀림각도(A1)와 상기 날개(310)의 회전저항에 비틀림이 생성되는 제2비틀림각도(A2)와 상기 제2씰부(131) 및 상기 제2베어링부(132)의 회전저항에 의해 비틀림이 생성되는 제3비틀림각도(A3)로 구분될 수 있으며, 상기 제2비틀림각도(A2)는 앞날개의 회전저항에 의해 생성되는 제21비틀림각도(A21)와 뒷날개의 회전저항에 의해 생성되는 제22비틀림각도(A22)로 구분될 수 있다.

[0067] 여기서 제1스트레인 게이지(SG1)에 의해 제2 및 제3비틀림각도를 측정할 수 있고, 제2스트레인 게이지(SG2)에 의해 제3비틀림각도를 측정할 수 있음에 따라 제1스트레인 게이지(SG1) 및 제2스트레인 게이지(SG2)의 측정값을 통해 날개(300)로 인한 비틀림 각도를 측정할 수 있다.

[0068] 또한 제3스트레인 게이지(SG3)를 통해 제22비틀림각도(A22)와 제3비틀림각도를 측정할 수 있기 때문에 제3스트레인 게이지(SG3)에서 측정한 값과 제2스트레인 게이지(SG2)에서 측정한 값을 연산하면 제22비틀림각도(A22)를 측정할 수 있고, 제1스트레인 게이지(SG1)에서 측정한 값과 제3스트레인 게이지(SG3)에서 측정한 값을 연산하면 제21비틀림각도(A21)를 측정할 수 있다.

[0069] 이에 따라 날개들 사이에 스트레인 게이지를 설치하면, 모든 날개들에서 발생하는 회전저항으로 인한 비틀림 각도를 측정할 수 있고 이들 비틀림 각도를 통해 축에 걸리는 토크를 계산하면, 상기 토크로 부터 각 날개를 거치는 슬러리의 점도를 계산할 수 있다.

[0070] 즉 SG1= A21+A22+A3+A4 가 되고, SG2=A3+A4가 되며, SG3=A22+A3+A4가 되며, 날개의 회전저항에 의해 생성되는 비틀림 각도A2는 SG1-SG2 로 결정될 수 있고, 앞날개의 회전저항에 의해 생성되는 비틀림 각도A21은 SG1-SG3 로 결정될 수 있으며, 또한 뒷날개의 회전저항에 의해 생성되는 비틀림 각도A22은 SG3-SG2 로 결정될 수 있다.

[0071] 결국 각 날개를 지나가는 슬러리의 점도를 개발적으로 측정하면 날개의 회전수와 슬러리의 이동속도를 제어하여 원하는 형태로 분산시키는 효과가 기대된다.

[0072] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함이 명백하다.

[0073] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 범주에 속하는 것으로 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해 명확해질 것이다.

부호의 설명

[0074] 100 : 회전축 110 : 회전축 본체

120 : 커버 121 : 제1씰부

122 : 제1베어링 131 : 제2씰부

132 : 제2베어링 200 : 하우징

210 : 메인 하우징 221 : 제1하우징

222 : 제2하우징 500 : 각도 측정부

510 : 설치부 511 : 안착홈

512 : 배선 관통공 520 : 신호 변환부

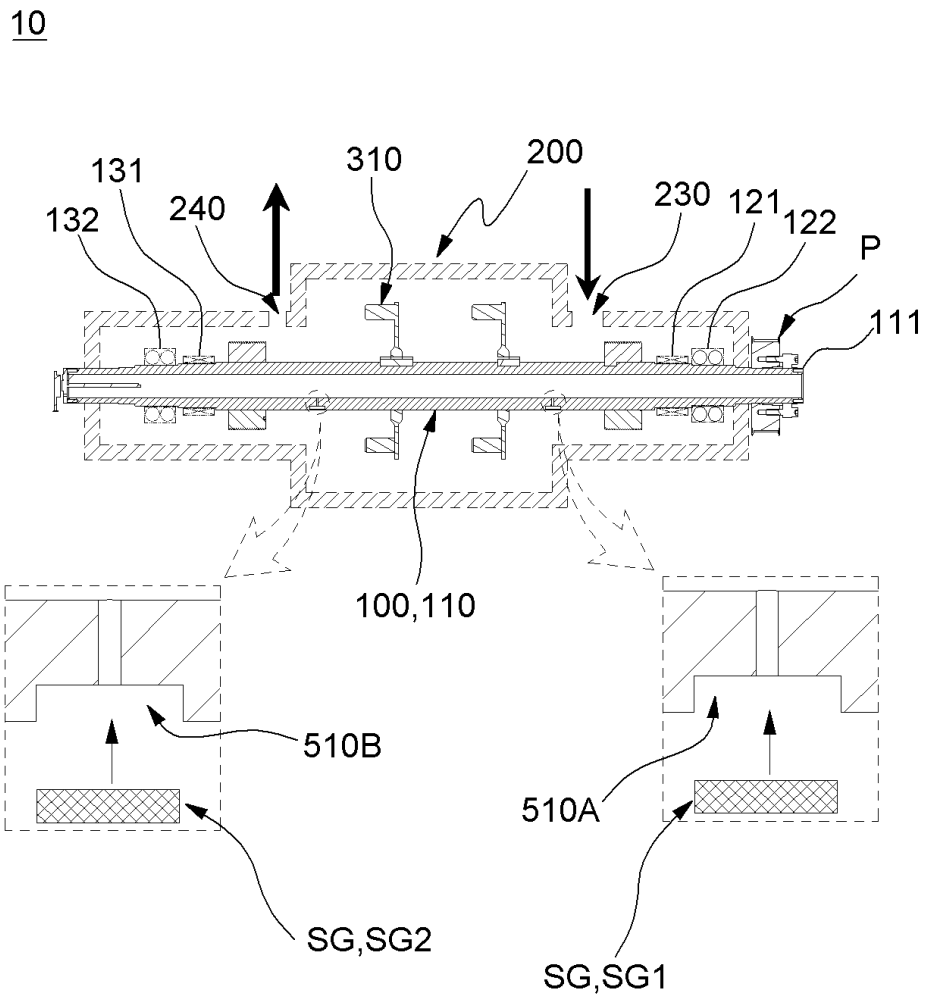
530 : 무선 전력 수신부 540 : 신호 송신부

550 : 무선 전력 송신부 560 : 지지판

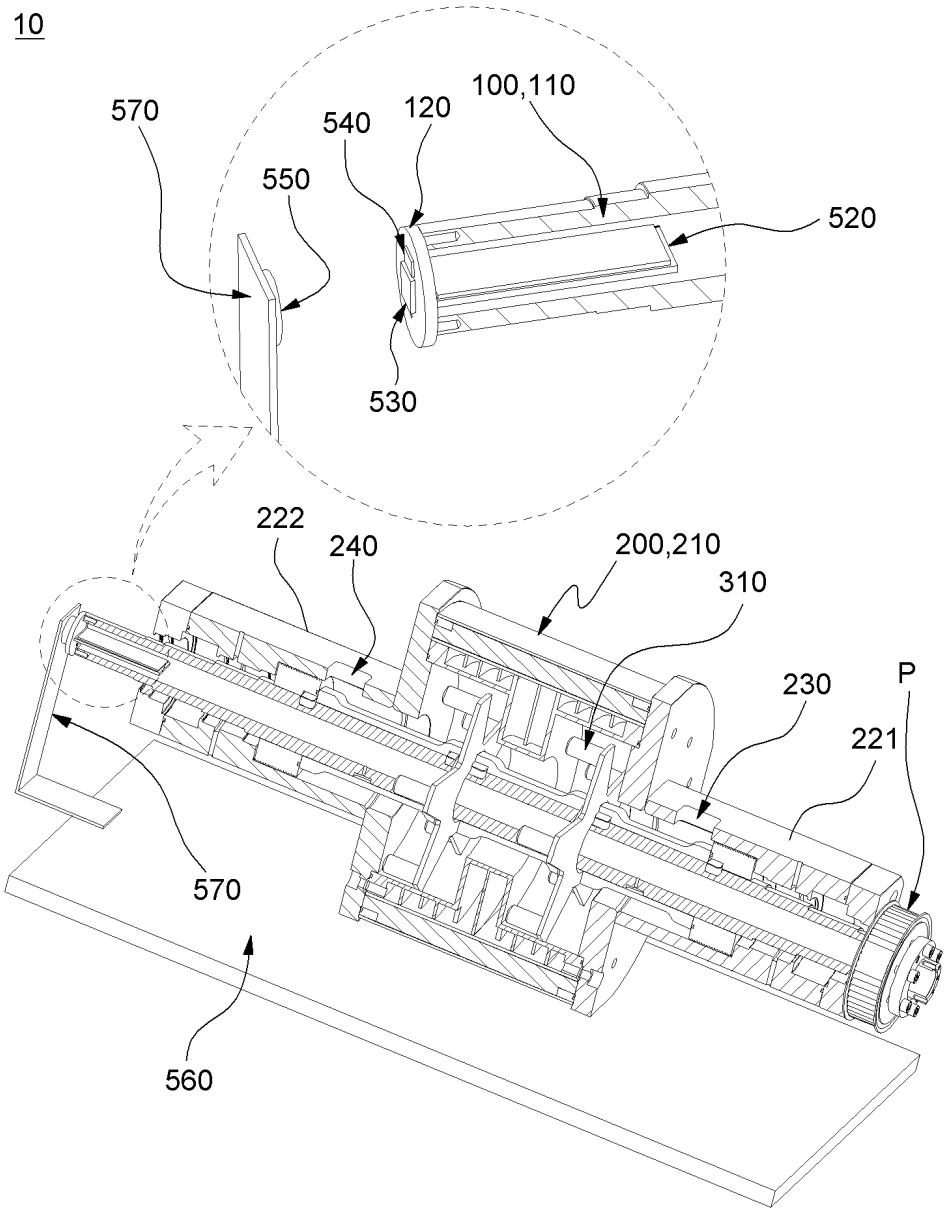
570 : 지지 브라켓

도면

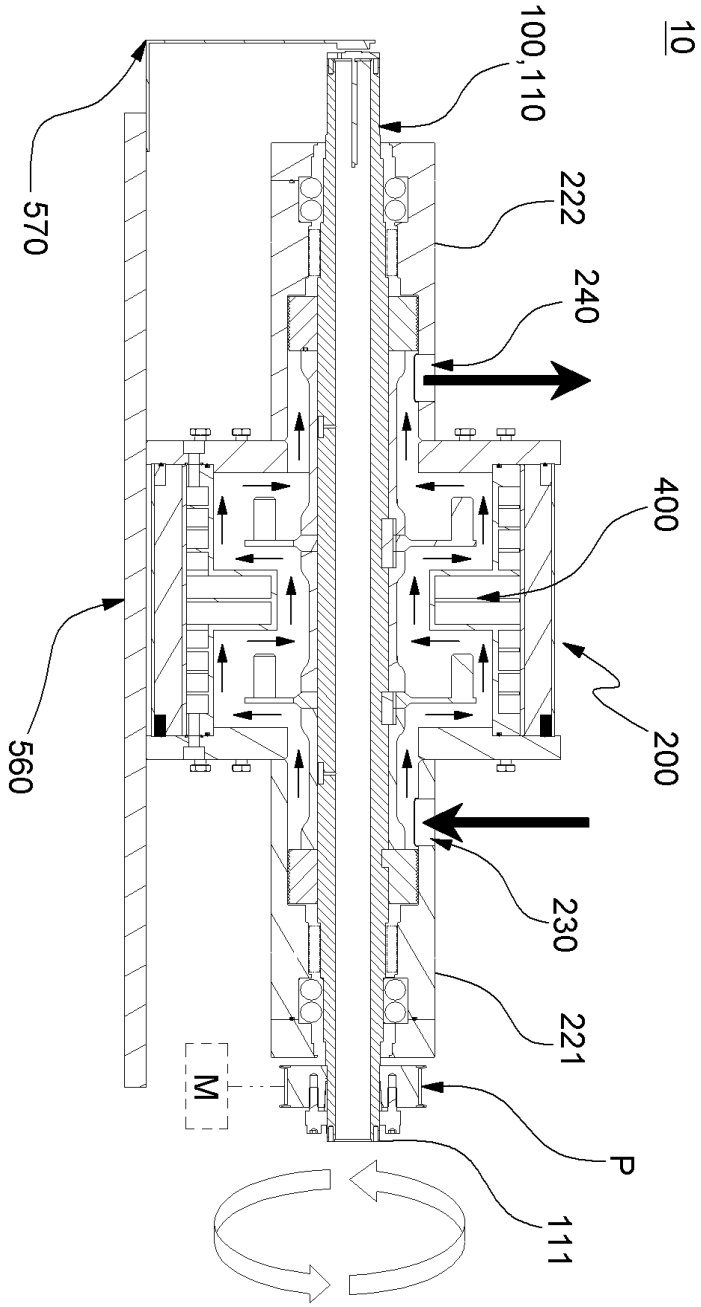
도면1


10
131
132
240
310
200
230
121
122
P
111
100,110
510B
510A
SG,SG2
SG,SG1

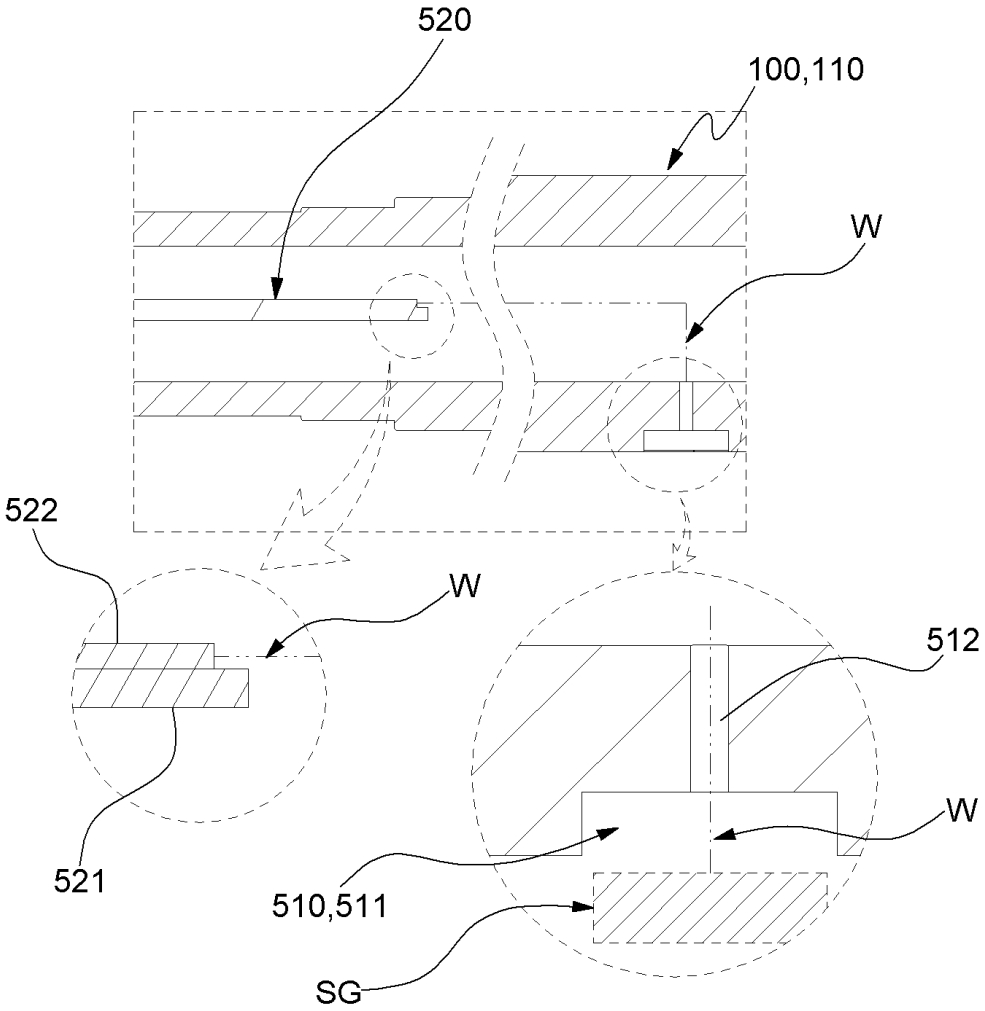
도면2


10
570
540
120
100,110
550
520
530
222
240
200,210
310
230
P
221
570
560

도면3



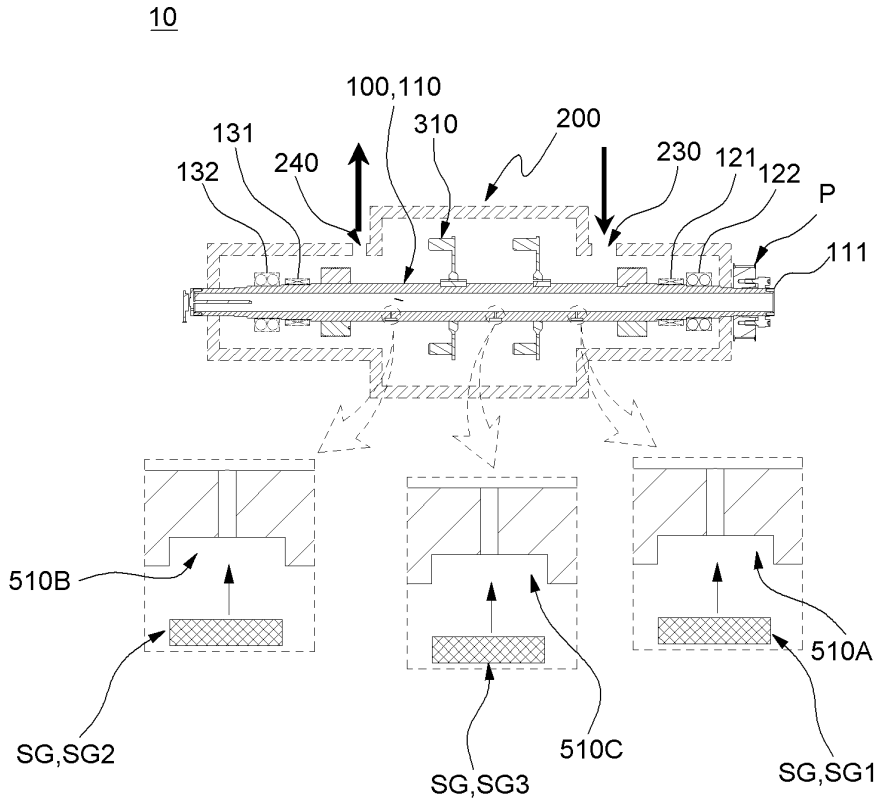
도면4



도면5



도면6


10
100,110
131
310
200
132
240
230
121
122
P
111
510B
510A
SG,SG2
SG,SG3
510C
SG,SG1