



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년04월10일
 (11) 등록번호 10-1723552
 (24) 등록일자 2017년03월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 15/04 (2006.01) *C02F 3/12* (2006.01)

G01N 21/84 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01N 15/04 (2013.01)

C02F 3/1215 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0138298

(22) 출원일자 2016년10월24일

심사청구일자 2016년10월24일

(56) 선행기술조사문헌

JP59173196 A*

JP11094824 A*

KR1020090090188 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

삼보과학 주식회사

서울특별시 강서구 양천로 401, B동 401-2호 (가양동, 강서 한강자이타워)

(72) 발명자

김연권

대전광역시 유성구 엑스포로 448 엑스포아파트
404동 1402호

김병군

대전광역시 유성구 엑스포로 448 엑스포아파트
102동 1102호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 신태양

전체 청구항 수 : 총 10 항

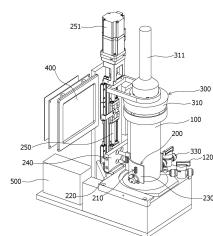
심사관 : 인치현

(54) 발명의 명칭 하수처리장 건전성 판단 장치

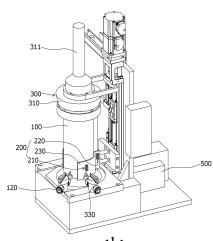
(57) 요 약

본 발명은, 하수처리장 건전성 판단 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 적은 용량의 측정셀을 이용하여 하수 내 침강률을 측정하므로, 장치의 크기를 소형화할 수 있고, 침강 거리가 짧아 신속한 측정이 가능하며, 300ml, 10분 하에서의 측정 결과를 이용하여 1L, 30분 하에서의 측정 결과를 비교적 정확히 계산할 수 있는 하수 처리장 건전성 판단 장치에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



<a>



(52) CPC특허분류

G01N 21/84 (2013.01)

(72) 발명자

김성필

서울특별시 강서구 금낭화로6가길 7

김원경

서울특별시 강서구 화곡로53길 75 우장산 청솔아파트
402호

명세서

청구범위

청구항 1

상부가 개구된 원통형 용기 형상으로 형성되는 측정셀;

상기 측정셀의 길이 방향 일측 내주연 및 외주연이 상기 측정셀의 중심으로부터 방사상 외측으로 돌출 형성되는 보조셀;

상기 측정셀의 외주연 외측에 구비되는 제 1 발광소자, 상기 제 1 발광소자와 대향되게 상기 측정셀의 외주연 외측에 구비되는 제 1 수광소자를 포함하는 제 1 농도 측정 센서와, 상기 보조셀의 일측면 외측에 구비되는 제 2 발광소자와 상기 보조셀의 상기 제 2 발광소자가 구비된 일측면에 대향되는 일측면 외측에 구비되는 제 2 수광소자를 포함하는 제 2 농도 측정 센서를 포함하고, 상기 제 1 농도 측정 센서 및 상기 제 2 농도 센서가 결합되는 센서 지지대를 포함하는 농도 측정부;

일측에 상기 센서 지지대가 결합되고, 레일 또는 스크류를 따라 승강 가능하도록 구비되는 센서 승강부;

상기 측정셀에 측정하고자 하는 하수를 공급하는 워터 펌프;

상기 측정셀의 하부면 또는 외주연 하단에 구비되어 상기 측정셀로부터 측정이 완료된 하수를 배출하는 밸브;

상기 워터 펌프를 구동하여 상기 측정셀 내로 300ml의 하수를 공급하고, 상기 농도 측정부를 구동하여 상기 측정셀 내로 공급된 하수의 부유물 농도(MLSS)를 측정하며, 상기 센서 승강부를 구동하여 상기 농도 측정부를 설정 높이까지 상승시킨 후 10분 이후 상기 센서 승강부를 구동하여 상기 농도 측정부를 설정 높이까지 하강시키되 동시에 상기 농도 측정부를 구동하여 상기 측정셀의 높이에 따른 하수의 부유물 농도를 측정하도록 제어하는 제어부;

상기 측정셀의 하부면 또는 외주연 하단에 외부로부터 공기를 공급하는 에어 펌프;

상기 측정셀의 상단 개구부 상부에 구비되며 하강시 상기 개구부를 밀폐하는 패킹, 상기 패킹의 하단으로 연장 형성되어 하수 내 미생물의 호흡률을 측정하는 DO미터를 포함하는 호흡률 측정부;

를 포함하며,

상기 제어부는 상기 에어 펌프를 구동하여 상기 측정셀의 하부에 침전된 부유물을 상부로 부양시키고, 상기 호흡률 측정부를 하강시켜 상기 패킹으로 하여금 상기 측정셀의 상단 개구부를 밀폐하도록 하고, 상기 DO미터를 구동하여 하수 내 미생물의 호흡률을 측정하도록 제어하는 하수처리장 건전성 판단 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 측정셀의 높이에 따른 하수의 부유물 농도값을 입력받아, 측정값이 전혀 없거나 또는 측정 값에 변곡점이 발생되는 높이가 상기 측정셀 내 하수의 최대 높이 대비 차지하는 비율을 10분 대비 침강률 R(SV₁₀, 300ml)로 판정하는 하수처리장 건전성 판단 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 10분 대비 침강률 R(SV₁₀, 300ml)로부터 30분대비 침강률 y(SV₃₀, 300ml)를 계산하되,

상기 부유물 농도(MLSS)가 1,000 미만이면,

y=R

로 계산하는 하수처리장 건전성 판단 장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 10분 대비 침강률 R(SV₁₀, 300ml)로부터 30분대비 침강률 y(SV₃₀, 300ml)를 계산하되,

상기 부유물 농도(MLSS)가 1,000 이상 2,000 미만이고, 상기 R(SV₁₀, 300ml)이 30 초과이면,

$$y = -Ax + R, \quad (0.674 \leq A \leq 0.704, \quad x = \text{측정할 침강시간(분)})$$

로 계산하고,

상기 부유물 농도(MLSS)가 1,000 이상 2,000 미만이고, 상기 R(SV₁₀, 300ml)이 30 이하이면,

$$y = -Ax + R + 10, \quad (0.674 \leq A \leq 0.704, \quad x = \text{측정할 침강시간(분)})$$

로 계산하는 하수처리장 건전성 판단 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 A값은, MLSS가 1,000에 가까울수록 0.674에 근접하고, MLSS가 2,000에 가까울수록 0.704에 근접하는 하수처리장 건전성 판단 장치.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 10분 대비 침강률 R(SV₁₀, 300ml)로부터 30분대비 침강률 y(SV₃₀, 300ml)를 계산하되,

상기 부유물 농도(MLSS)가 2,000 이상 4,000 미만이고, 상기 R(SV₁₀, 300ml)이 80 미만이거나 또는 120 초과이면,

$$y = Bx^2 - Cx + R, \quad (0.072 \leq B \leq 0.076, \quad 3.125 \leq C \leq 3.325, \quad x = \text{측정할 침강시간(분)})$$

로 계산하고,

상기 부유물 농도(MLSS)가 2,000 이상 4,000 미만이고, 상기 R(SV₁₀, 300ml)이 80 이상이거나 또는 120 이하이면,

$$y = Bx^2 - Cx + R + 15, \quad (0.072 \leq B \leq 0.076, \quad 3.125 \leq C \leq 3.325, \quad x = \text{측정할 침강시간(분)})$$

로 계산하는 하수처리장 건전성 판단 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 B값은, MLSS가 2,000에 가까울수록 0.072에 근접하고, MLSS가 4,000에 가까울수록 0.076에 근접하며, 상기 C값은, MLSS가 2,000에 가까울수록 3.125에 근접하고, MLSS가 4,000에 가까울수록 3.325에 근접하는 하수처리장 건전성 판단 장치.

청구항 8

제 2 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 10분 대비 침강률 $R(SV_{10}, 300ml)$ 로부터 30분대비 침강률 $y(SV_{30}, 300ml)$ 를 계산하되,

상기 부유물 농도(MLSS)가 4,000 이상이면,

$$y = -Dx + R, (0.705 \leq D \leq 0.725, x = \text{측정할 침강시간(분)})$$

로 계산하는 하수처리장 건전성 판단 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 C값은, MLSS가 4,000에 가까울수록 0.705에 근접하고, MLSS가 4,000으로부터 멀어질수록 0.725에 근접하는 하수처리장 건전성 판단 장치.

청구항 10

제 3 항, 제 5 항, 제 7 항, 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어부는, 30분대비 침강률 $y(SV_{30}, 300ml)$ 로부터 30분대비 침강률 $z(SV_{30}, 1L)$ 를 계산하되,

$$z = y/E, (0.25 \leq E \leq 0.3)$$

로 계산하는 하수처리장 건전성 판단 장치.

청구항 11

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은, 하수처리장 건전성 판단 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 적은 용량의 측정셀을 이용하여 하수 내 침강률을 측정하므로, 장치의 크기를 소형화할 수 있고, 침강 거리가 짧아 신속한 측정이 가능하며, 300ml, 10분 하에서의 측정 결과를 이용하여 1L, 30분 하에서의 측정 결과를 비교적 정확히 계산할 수 있는 하수처리장 건전성 판단 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003]

하수 처리 시설에는 하수가 적절히 처리되고 있는지 여부를 측정하는 하수처리장 건전성 판단 장치가 설치된다. 그러나, 이러한 건전성 판단 장치의 설치 규정상 $500m^3/d$ 이하의 소규모 시설에는 법적인 설치 규정이 없고, 또한, 광역화 되어 있는 대형 하수 처리장에 비해 소규모 하수 처리장은 지역적이고 산발적으로 분포되어 있어 관리자가 일일이 방문 감독할 수 없는데다가, 이러한 소규모 하수 처리장에 모두 건전성 판단 장치를 구비하기에는 예산이 부족한 문제가 있었다.

[0004]

종래의 하수처리장 건전성 판단 장치는 측정셀 내에 1L의 하수를 유입시킨 후 30분간 침강을 진행한 후 침강률을 계산하였으므로, 장치의 크기가 크고, 이에 따라 가격이 비싸게 형성되었으며, 또한, 장치를 설치하기 위해 소모되는 공간이 큰 문제가 있었다.

[0005]

또한, 종래의 하수처리장 건전성 판단 장치는 큰 규모의 하수처리장에 적용하기 위해 개발된 것으로서, 국지성

호우 등 지역별로 큰 차이가 발생되는 기상 조건에서 특정 지역의 하수 처리 상태를 모니터링하기 위해서 관리자가 30분 이상을 대기해야 하는 불편함이 있었다.

[0006] 따라서, 소형으로 제작되어 가격이 저렴하고, 설치 공간을 최소화할 수 있으며, 측정값이 정규 장치의 측정값과 크게 차이가 나지 않는 장치의 개발이 필요로 하게 되었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) KR10-1552201(등록번호) 2015.09.04.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은, 적은 용량의 측정셀을 이용하여 하수 내 침강률을 측정하므로, 장치의 크기를 소형화할 수 있는 하수처리장 건전성 판단 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

[0010] 또한, 본 발명은, 적은 용량의 측정셀을 이용하여 하수 내 침강률을 측정하므로, 침강 거리가 짧아 신속한 측정이 가능한 하수처리장 건전성 판단 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

[0011] 또한, 본 발명은, 300ml, 10분 하에서의 측정 결과를 이용하여 1L, 30분 하에서의 측정 결과를 비교적 정확히 계산할 수 있는 하수처리장 건전성 판단 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명은, 상부가 개구된 원통형 용기 형상으로 형성되는 측정셀; 상기 측정셀의 외주연 외측에 구비되는 제 1 발광소자, 상기 제 1 발광소자와 대향되게 상기 측정셀의 외주연 외측에 구비되는 제 1 수광소자를 포함하는 제 1 농도 측정 센서와, 상기 제 1 농도 측정 센서가 결합되는 센서 지지대를 포함하는 농도 측정부; 일측에 상기 센서 지지대가 결합되고, 레일 또는 스크류를 따라 승강 가능하도록 구비되는 센서 승강부; 상기 측정셀에 측정하고자 하는 하수를 공급하는 워터 펌프; 상기 측정셀의 하부면 또는 외주연 하단에 구비되어 상기 측정셀로부터 측정이 완료된 하수를 배출하는 밸브; 상기 워터 펌프를 구동하여 상기 측정셀 내로 300ml의 하수를 공급하고, 상기 농도 측정부를 구동하여 상기 측정셀 내로 공급된 하수의 부유물 농도(MLSS)를 측정하며, 상기 센서 승강부를 구동하여 상기 농도 측정부를 설정 높이까지 상승시킨 후 10분 이후 상기 센서 승강부를 구동하여 상기 농도 측정부를 설정 높이까지 하강시키되 동시에 상기 농도 측정부를 구동하여 상기 측정셀의 높이에 따른 하수의 부유물 농도를 측정하도록 제어하는 제어부;를 포함한다.

[0014] 본 발명의, 상기 제어부는, 상기 측정셀의 높이에 따른 하수의 부유물 농도값을 입력받아, 측정값이 전혀 없거나 또는 측정값에 변곡점이 발생되는 높이가 상기 측정셀 내 하수의 최대 높이 대비 차지하는 비율을 10분 대비 침강률 $R(SV_{10}, 300ml)$ 로 판정한다.

[0015] 본 발명의, 상기 제어부는, 상기 10분 대비 침강률 $R(SV_{10}, 300ml)$ 로부터 30분대비 침강률 $y(SV_{30}, 300ml)$ 를 계산하되, 상기 부유물 농도(MLSS)가 1,000 미만이면, $y=R$ 로 계산한다.

[0016] 본 발명의, 상기 제어부는, 상기 10분 대비 침강률 $R(SV_{10}, 300ml)$ 로부터 30분대비 침강률 $y(SV_{30}, 300ml)$ 를 계산하되, 상기 부유물 농도(MLSS)가 1,000 이상 2,000 미만이면, $y=-Ax+R$, ($0.992 \leq A \leq 0.998$, $x=\text{침강시간(분)}$)로 계산한다.

[0017] 본 발명의, 상기 A값은, MLSS가 1,000에 가까울수록 0.922에 근접하고, MLSS가 2,000에 가까울수록 0.998에 근접한다.

[0018] 본 발명의, 상기 제어부는, 상기 10분 대비 침강률 $R(SV_{10}, 300ml)$ 로부터 30분대비 침강률 $y(SV_{30}, 300ml)$ 를 계산하되, 상기 부유물 농도(MLSS)가 2,000 이상 4,000 미만이면, $y=Bx^2-Cx+R$, ($0.072 \leq B \leq 0.078$, $2.213 \leq C \leq 2.557$, $x=\text{침강시간(분)}$)로 계산한다.

- [0019] 본 발명의, 상기 B값은, MLSS가 2,000에 가까울수록 0.072에 근접하고, MLSS가 4,000에 가까울수록 0.0.078에 근접하며, 상기 C값은, MLSS가 2,000에 가까울수록 2.213에 근접하고, MLSS가 4,000에 가까울수록 2.557에 근접한다.
- [0020] 본 발명의, 상기 제어부는, 상기 10분 대비 침강률 $R(SV_{10}, 300ml)$ 로부터 30분대비 침강률 $y(SV_{30}, 300ml)$ 를 계산하되, 상기 부유물 농도(MLSS)가 4,000 이상이면, $y=-C'x+R$, ($2.213 \leq C \leq 2.557$, $C'=0.1C+0.034$, $x=$ 침강시간(분))로 계산한다.
- [0021] 본 발명의, 상기 C값은, MLSS가 4,000에 가까울수록 2.213에 근접하고, MLSS가 4,000으로부터 멀어질수록 2.557에 근접한다.
- [0022] 본 발명의, 상기 제어부는, 30분대비 침강률 $y(SV_{30}, 300ml)$ 로부터 30분대비 침강률 $z(SV_{30}, 1L)$ 를 계산하되, $z=y/D$, ($0.25 \leq D \leq 0.3$)로 계산한다.
- [0023] 본 발명은, 상기 측정셀의 하부면 또는 외주연 하단에 외부로부터 공기를 공급하는 에어 펌프; 상기 측정셀의 상단 개구부 상부에 구비되며 하강시 상기 개구부를 밀폐하는 패킹, 상기 패킹의 하단으로 연장 형성되어 하수내 미생물의 호흡률을 측정하는 DO미터를 포함하는 호흡률 측정부;를 포함하며, 상기 제어부는 상기 에어 펌프를 구동하여 상기 측정셀의 하부에 침전된 부유물을 상부로 부양시키고, 상기 호흡률 측정부를 하강시켜 상기 패킹으로 하여금 상기 측정셀의 상단 개구부를 밀폐하도록 하고, 상기 DO미터를 구동하여 하수 내 미생물의 호흡률을 측정하도록 제어한다.

발명의 효과

- [0025] 본 발명은, 적은 용량의 측정셀을 이용하여 하수 내 침강률을 측정하므로, 장치의 크기를 소형화할 수 있는 효과가 있다.
- [0026] 또한, 본 발명은, 적은 용량의 측정셀을 이용하여 하수 내 침강률을 측정하므로, 침강 거리가 짧아 신속한 측정이 가능한 효과가 있다.
- [0027] 또한, 본 발명은, 300ml, 10분 하에서의 측정 결과를 이용하여 1L, 30분 하에서의 측정 결과를 비교적 정확히 계산할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1 은 본 발명의 실시예에 따른 하수처리장 건전성 판단 장치의 사시도.
 도 2 는 본 발명의 실시예에 따른 하수처리장 건전성 판단 장치의 평단면도.
 도 3 은 본 발명의 실시예에 따른 하수처리장 건전성 판단 장치의 측단면도.
 도 4 는 본 발명의 실시예에 따른 하수처리장 건전성 판단 장치의 분리 사시도.
 도 5 는 본 발명의 실시예에 따른 하수처리장 건전성 판단 장치의 MLSS 측정시의 사용 상태도.
 도 6 은 본 발명의 실시예에 따른 하수처리장 건전성 판단 장치의 침강률 측정시의 사용 상태도.
 도 7 은 본 발명의 실시예에 따른 하수처리장 건전성 판단 장치의 호흡률 측정시의 사용 상태도.
 도 8 은 본 발명의 실시예에 따른 하수처리장 건전성 판단 장치의 측정값 변환 순서도.
 도 9 는 본 발명의 실시예에 따른 하수처리장 건전성 판단 장치의 MLSS 농도에 따른 침강률 예시 그래프.
 도 10 은 본 발명의 실시예에 따른 하수처리장 건전성 판단 장치의 계산값 대비 1L, 30분 하에서의 실제 측정값을 대비한 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하에서, 본 발명의 실시예에 대하여 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0032] 본 발명은, 도 1 내지 도 7 에 도시된 바와 같이, 상부가 개구된 원통형 용기 형상의 측정셀(100)과, 측정셀(100)의 외주연 외측에 구비되는 제 1 발광소자(211)와 제 1 빛센서(211)와 대향되게 측정셀(100)의 외주연 외측에 구비되는 제 1 수광소자(212)를 포함하는 제 1 농도 센서, 제 1 농도 측정 센서(210)가 결합되는 센서

지지대(230)를 포함하는 농도 측정부(200)와, 일측에 센서 지지대(230)가 결합되고 레일 또는 스크류(250)를 따라 승강 가능하도록 구비되는 센서 승강부(240)와, 측정셀(100)에 측정하고자 하는 하수를 공급하는 워터 펌프(120)와, 측정셀(100)의 하부면 또는 외주연 하단에 구비되어 측정셀(100)로부터 측정이 완료된 하수를 배출하는 밸브와, 워터 펌프(120)를 구동하여 측정셀(100) 내부로 하수를 공급하고, 농도 측정부(200)를 구동하여 측정셀(100) 내로 공급된 하수의 농도를 측정하며, 센서 승강부(240)를 구동하여 농도 측정부(200)를 설정 높이까지 상승시킨 후 설정 시간 이후 센서 승강부(240)를 구동하여 농도 측정부(200)를 설정 높이까지 하강시키되 동시에 농도 측정부(200)를 구동하여 측정셀(100)의 높이에 따른 하수의 부유물 농도를 측정하도록 제어하는 제어부를 포함하여 구성된다.

[0035] 측정셀(100)은, 상부가 개구된 원통형 용기 형상으로 형성되며, 내측에 측정을 위한 하수를 수용하는 역할을 한다. 이러한 측정셀(100)은 하부면 또는 외주연 하단에 측정이 끝난 하수를 배출하기 위한 밸브가 구비되며, 하부면 또는 외주연 하단에 하수를 공급하는 워터 펌프(120) 및 폭기를 위한 에어 펌프(330)가 더 구비된다. 또한, 측정셀(100)의 상부 방향에는 호흡률 측정시 측정셀(100)을 외부로부터 밀폐할 수 있도록 호흡률 측정부(300)의 패킹(310)이 구비되며, 패킹(310)의 하부면으로부터 하부 방향으로 호흡률 측정을 위한 D0미터(320)가 연장 형성되어 측정셀(100)의 상부 방향에 구비되거나 또는 측정셀(100)의 상단 내측으로 인입될 수 있다.

[0036] 측정셀(100)은 외주연 외측으로 측정셀(100) 내 하수의 부유물 농도를 측정하기 위한 농도 측정부(200)가 구비된다. 이러한 농도 측정부(200)는 제 1 농도 측정 센서(210)와, 하술할 제 2 농도 측정 센서(220), 그리고 제 1 농도 측정 센서(210) 및 제 2 농도 측정 센서(220)가 결합되는 센서 지지대(230)를 포함하여 구성되며, 측정셀(100)의 일측 외주연 외측에 제 1 농도 측정 센서(210)의 제 1 발광소자(211)가 구비되고, 이와 대향되는 외주연 외측에 제 1 농도 측정 센서(210)의 제 1 수광소자(212)가 구비되어서 제 1 발광소자(211)로부터 방출된 빛이 제 1 수광소자(212)에 인입될 수 있도록 한다. 이를 위하여 측정셀(100)은 유리, 플라스틱 또는 이와 유사한 투명 소재로 형성되어 빛이 투과될 수 있도록 한다.

[0037] 한편, 측정셀(100)의 외주연 외측으로는 측정셀(100)의 길이 방향으로 수위 감지부가 더 구비될 수 있다. 수위 감지부는 측정셀(100)의 외주연 외측에 길이 방향으로 배열된 수위 감지용 발광소자들과, 이와 대향되는 외주연 외측에 길이 방향으로 배열된 수위 감지용 수광소자들로 구성될 수 있으며, 또는 하나의 수위 감지용 발광소자와 수위 감지용 수광소자로 구성될 수 있다. 또는, 수위 감지부는 적외선 근접 센서들로 구성되거나, 측정셀(100)의 내측으로 삽입되어 직접 수위를 측정하는 형태의 수위 감지 센서가 구비될 수 있으며, 수위를 감지하기 위한 공기의 기술이 선택될 수 있다. 이러한 수위 감지부는 측정셀(100)에 대하여 높이가 가변되지 않는 형태인 것이 바람직하다.

[0038] 측정셀(100)의 내측 하단부에는 호흡률 측정시 측정셀(100) 내 하수를 교반하기 위한 믹서(340)가 구비될 수 있다.

[0041] 농도 측정부(200)는, 측정셀(100) 내 하수의 부유물 농도를 측정하는 역할을 하며, 이를 위하여 측정셀(100)의 외주연 외측에 구비된다. 농도 측정부(200)는 상세하게는 제 1 농도 측정 센서(210)와, 하술할 제 2 농도 측정 센서(220)와, 제 1 농도 측정 센서(210) 및 제 2 농도 측정 센서(220)가 결합되는 센서 지지대(230)를 포함하여 구성된다.

[0043] 제 1 농도 측정 센서(210)는 측정셀(100)의 일측 외주연 외측에 구비되는 제 1 발광소자(211)와, 측정셀(100)의 대향되는 일측 외주연 외측에 구비되는 제 1 수광소자(212)를 포함하여 구성된다. 이러한 제 1 농도 센서는, 제 1 발광소자(211)로부터 방출된 빛이 제 1 수광소자(212)에 감지될 때 빛의 감쇄 정도를 이용하여 하수 내 부유물의 농도를 측정한다. 이때, 빛의 감쇄 정도는 빛의 방출시 정해져 있는 출력값을 기준으로 하거나 또는 측정셀(100) 내 하수의 유입 전 미리 일차적으로 빛의 수광 정도를 측정하여 이를 기준값으로 지정할 수 있으며, 이때에는 최초 장비 세팅시 맑은 물을 유입시킨 후 측정된 빛의 수광 정도를 기준값의 계산시 파라메터 값으로 적용하여 공기중과 물속에서의 빛의 산란에 의한 차이를 보정할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 그리고, 제 1 농도 센서는 제 1 발광소자(211)와 제 1 수광소자(212)가 측정셀(100)의 중심축으로부터 연장되는 직선상, 즉, 측정셀(100)의 중심축으로부터 정반대의 위치에 구비되는 것이 바람직하나 이에 한정하는 것은 아니며, 다만, 제 1 발광소자(211)와 제 1 수광소자(212)를 잇는 선이 측정셀(100)의 중심축으로부터 어긋나게 구비되는 경우에는 그 어긋남으로 인해 발생되는 빛의 감쇄량의 차이를 보정하여 계산하여야 한다.

[0045] 제 1 발광소자(211)와 제 1 수광소자(212)는 센서 지지대(230)에 결합되어 구비된다. 센서 지지대(230)는 제 1 농도 측정 센서(210)를 고정하여 지지하는 역할을 하며, 센서 승강부(240)에 의해 상하로 승강하며 제 1 농도 측정 센서(210)를 승강시키는 역할을 병행한다.

- [0046] 이러한 센서 지지대(230)는 측정셀(100)의 외측면 양측으로 구비되는 제 1 발광소자(211)와 제 1 수광소자(212)를 결합시킬 수 있도록 말굽 형태 또는 렁 형태로 구성되어 그 내측에 측정셀(100)이 위치되도록 구비되고, 그 중단부 또는 일측이 센서 승강부(240)에 결합된다. 또한, 센서 지지대(230)는 제 2 농도 측정 센서(220)를 고정하여 지지하는 역할을 하는데, 이는 하단에서 상세히 설명하기로 한다.
- [0048] 한편, 제 1 농도 측정 센서(210)는 측정셀(100)의 직경 중심선상에 위치되므로, 하수 내 부유물의 농도가 너무 높은 경우 제 1 발광소자(211)로부터 발출된 빛이 부유물에 가로막혀 제 1 수광소자(212)까지 도달되지 않는 경우가 있을 수 있다.
- [0049] 이를 위하여 본 발명에서는, 하수 내 부유물의 농도가 높은 경우에도 용이하게 부유물의 농도를 측정할 수 있도록 측정셀(100)의 내부와 연통되며 측정셀(100)의 직경보다 작은 폭을 갖는 보조셀(110)과, 보조셀(110)의 양단에서 보조셀(110) 내 하수의 부유물 농도를 측정하는 제 2 농도 측정 센서(220)가 더 구비된다.
- [0050] 보조셀(110)은, 측정셀(100)의 길이 방향 일측 내주연 및 외주연이 측정셀(100)의 중심으로부터 방사상 외측으로 돌출되어 형성되며, 도 2 및 도 5의 에 도시된 바와 같이 평단면 형상이 'Q'자형이 된다. 이러한 보조셀(110)은 전 구간에서 측정셀(100)의 내부와 연통되므로 측정셀(100)내 하수에 포함된 부유물의 단위 면적당 농도와 보조셀(110) 내 하수에 포함된 부유물의 단위 면적당 농도가 서로 같으며, 빛이 통과되는 거리가 짧으므로 높은 농도의 부유물이 하수 내에 포함되어 있더라도 용이하게 빛을 투과시킬 수 있게 된다.
- [0051] 제 2 농도 측정 센서(220)는, 보조셀(110)의 일측면 외측에 구비되는 제 2 발광소자(221)와, 보조셀(110)의 대향되는 다른 일측면 외측에 구비되는 제 2 수광소자(222)를 포함하여 구성되며, 제 2 발광소자(221) 및 제 2 수광소자(222)는 각각 센서 지지대(230)에 결합되어 지지된다.
- [0054] 센서 승강부(240)는, 스크류(250) 또는 레일을 따라 상하로 승강 가능하게 구비되어서, 일측에 결합된 센서 지지대(230)를 상하로 승강시키는 역할을 한다. 이러한 센서 승강부(240)는 도면상에는 양측에 레일이 인입되고, 중앙에 스크류(250)가 판통되어 스크류 모터(251)의 회전에 의해 스크류(250)가 회전함에 따라 레일에 안내되어 승강되는 형태를 도시하였으나, 이에 한정하지 아니하고 랙 앤 피니언 기어 방식, 레일과 모터 방식, 벨트 방식 등 상하 직선 운동을 구현할 수 있는 공지의 기술이 채택될 수 있다.
- [0057] 워터 펌프(120)는, 측정셀(100) 내로 하수를 공급하는 역할을 하며, 이를 위하여 측정셀(100)의 하부면 또는 외주연 하단에 측정셀(100)의 내부와 연통되도록 구비된다. 바람직하게는 워터 펌프(120)는 측정셀(100) 하부면 또는 외주연 하단에 연통되게 결합되는 파이프에 연결되는 것이며, 하수를 공급하는 구성에 있어 파이프와 같은 배관 장치는 자명한 것으로 본 발명의 상세한 설명 및 청구항에서 이러한 배관 장치의 기재가 없다 하더라도 이는 구성상 배제에 의한 생략이 아닌 불필요한 기재를 생략함으로써 발명의 구성을 명확히 하기 위함임을 알아야 할 것이다.
- [0060] 벨브는, 측정셀(100)로부터 측정이 완료된 하수를 외부로 배출하는 역할을 하며, 이를 위하여 측정셀(100)의 하부면 또는 외주연 하단에 측정셀(100)의 내측과 연통되도록 결합된다. 한편, 벨브는 워터 펌프(120)와 일체로 구성될 수도 있다. 이 경우 벨브는 워터 펌프(120)로부터 측정셀(100)로 연장되는 파이프의 중단에 형성될 수 있으며, 삼방밸브와 같은 형태로서 하수의 공급시에는 측정셀(100)과 워터 펌프(120)가 연통되도록 하고, 하수의 배출시에는 측정셀(100)과 하수 배출관이 연통되도록 한다.
- [0063] 에어 펌프(330)는, 호흡률 측정 전 측정셀(100)에 외부로부터 공기를 공급하여 폭기시키는 역할을 하며, 이를 위하여 측정셀(100)의 하부면 또는 외주연 하단에 측정셀(100)의 내부와 연통되도록 구비된다. 에어 펌프(330)는 또한 폭기 과정에서 공급하는 공기에 의해 측정셀(100) 하단에 침강된 부유물을 다시 측정셀(100) 내 하수에 골고루 섞이도록 하는 역할을 하며, 호흡률의 측정이 시작되면 공기의 공급을 중단하는 것이 바람직하다.
- [0065] 믹서(340)는, 측정셀(100)의 내측 하단부에 구비되어, 에어 펌프(330)에 의한 폭기시 측정셀(100) 하단에 침강된 부유물을 교반하여 부유물들이 측정셀(100) 내 하수에 적절히 섞일 수 있도록 한다.
- [0066] 이러한 믹서(340)는 호흡률 측정시에도 교반을 실시하여 부유물 침강에 따른 호흡률 측정 오류를 최소화할 수 있도록 설정할 수 있다.
- [0069] 호흡률 측정부(300)는, 측정셀(100)의 상단 개구부 상부에 구비되어 하강시 개구부를 밀폐하는 패킹(310)과, 패킹(310)의 하부면으로부터 연장 형성되어 하수 내 미생물의 호흡률을 측정하는 DO미터(320)를 포함하여 구성된다.
- [0071] 패킹(310)은, 상하로 승강 가능하게 구비되어 하강시 측정셀(100) 상단 개구부를 밀폐하도록 구성되며, 이를 위

하여 고무, 실리콘 또는 이와 유사한 탄성재로 구성되어 상광하협의 형상을 갖도록 형성된다. 이러한 패킹(310)의 상단에는 패킹(310)을 상하로 승강시키기 위한 공압 승강 장치 등의 승강 수단(311)이 더 구비될 수 있다.

[0072] 패킹(310)의 하부면으로는 패킹(310)으로부터 연장 형성되는 DO미터(320)가 구비된다.

[0074] DO미터(320)는 패킹(310)의 하부면으로부터 연장 형성되어 패킹(310)의 하강시 함께 하강하여 측정셀(100) 내 하수에 접촉하며, 하수 내 용존 산소량(Dissolved Oxygen)을 측정하는 역할을 한다.

[0076] 한편, 본 발명에는 제어부의 측정 결과를 디스플레이하는 모니터(400)가 더 구비될 수 있다. 모니터(400)상에 표현되는 정보는 농도값, 침강률, 호흡률 등이 포함될 수 있으며 관리자는 이러한 모니터(400)상에 표시된 정보를 참고할 수 있다.

[0077] 또한, 본 발명에는 컨트롤박스(500)가 구비된다. 컨트롤박스(500)는 각종 센서, 구동부, 제어부 등에 전원을 공급하는 전원 공급 장치, 제어부가 구현된 인쇄회로기판, 원격지의 통제 센터와 교신을 위한 송수신 장치 등이 포함될 수 있다. 따라서, 제어부의 측정 결과를 원격지에 위치한 통제 센터에서 수신할 수 있으며, 이상 발견시 통제 센터에서 리셋 명령을 전송하거나 관리자의 출동을 지시할 수 있게 된다.

[0080] 제어부는, 워터 펌프(120)를 구동하여 측정셀(100) 내로 하수를 공급하고, 농도 측정부(200)를 구동하여 측정셀(100) 내로 공급된 하수의 농도를 측정하며, 센서 승강부(240)를 구동하여 농도 측정부(200)를 설정 높이까지 상승시킨 후 설정 시간 이후 센서 승강부(240)를 구동하여 농도 측정부(200)를 설정 농도까지 하강시키되 동시에 농도 측정부(200)를 구동하여 측정셀(100)의 높이에 따른 하수의 부유물 농도를 특정하도록 제어한다.

[0081] 이러한 제어부의 제어 과정을 상세히 살펴보면, 제어부는 워터 펌프(120)를 구동하여 측정셀(100) 내로 설정량의 하수를 공급한다. 여기서 설정량이라 함은 통상의 하수 검사 장치의 경우 1L인 것을 기준으로 하나 본 발명에서는 300ml인 것을 기준으로 한다. 이후 도 5 와 같이 농도 측정부(200)를 구동하여 측정셀(100) 내 유입된 하수의 부유물 농도를 측정한다. 이때, 제 1 농도 측정 센서(210)로부터 측정된 농도값이 설정값 이하인 경우에는 하수 내 부유물 농도가 너무 높아 빛의 수광이 제대로 이루어지지 못한 것으로 판정하고 제 2 농도 측정 센서(220)로부터 농도값을 입력받는다. 또는, 제 1 농도 측정 센서(210)와 제 2 농도 측정 센서(220)로부터 모두 농도값을 입력받은 후, 제 1 농도 측정 센서(210)와 제 2 농도 측정 센서(220)간의 농도값 비율을 이용하여 실제 농도값을 추정하는데, 이러한 경우 설정 농도에서 제 1 농도 측정 센서(210)와 제 2 농도 측정 센서(220)간의 농도값 및 비율을 실험적으로 정리한 데이터 테이블이 제어부에 저장되어 있고, 이러한 데이터 테이블과 유사한 농도값 및 비율을 갖는 농도값을 현재의 농도값으로 적용할 수 있다. 한편, 제어부는 제 2 농도 측정 센서(220)에서만 농도값(MLSS)을 입력받고, 제 1 농도 측정 센서(210)에서는 침강률의 측정을 위한 농도값을 입력받을 수도 있다. 이때 측정되는 농도값은 하수 내 미생물과 기타 부유물이 포함된 농도값으로서 MLSS(혼합액의 평균 부유물 농도: Mixed Liquor Suspended Solid)로 표현한다.

[0082] 이후 제어부는 설정 시간 동안 측정셀(100) 내 유입된 하수의 부유물을 침강시킨다. 설정 시간이라 함은 통상의 하수 검사 장치의 경우 30분을 기준으로 하나, 본 발명에서는 측정셀(100) 내로 유입된 하수가 300ml에 불과하므로 10분간의 침강 시간을 기준으로 한다. 이때, 제어부는 센서 승강부(240)를 구동하여 농도 측정부(200)를 설정 높이까지 상승시킨다. 이러한 센서 승강부(240)의 상승 시점은 하수 내 부유물의 침강을 시작한 시점에 상승시키는 것이 바람직하며, 하수 내 부유물의 침강 시작 이후 상승시켰던 센서 승강부(240)를 도 6 과 같이 10분 후 설정 높이까지 하강시킨다. 그리고 동시에 농도 측정부(200)를 구동하여 농도값을 입력받는다. 이 과정에서 농도 측정부(200)가 부유물이 침강되어 모여있는 부근에 도달하게 되면 측정값이 전혀 없거나 또는 측정값에 변곡점이 발생되는 부분이 검출 되는데, 이 지점의 측정셀 내 하수의 최고 수위 대비 높이의 비율이 측정 시점에서의 침강률이 된다. 즉, 농도 측정부(200)가 측정셀(100)의 300ml 지점에서 하강하기 시작하여 측정셀(100)의 100ml 지점에서 측정값에 큰 변화가 있는 경우 침강률(SV₁₀)은 30%가 되는 것이다. 이러한 과정을 통해 제어부는 하수 내 부유물의 침강률을 측정할 수 있게 된다.

[0083] 한편, 제어부는 하수 내 부유물의 침강률 측정 종료 이후, 하수 내 미생물의 호흡률을 측정한다. 호흡률 측정은 폭기 이후 산소의 공급이 중단된 상태에서의 호흡률을 측정하며, 이를 상세히 살펴보면, 도 7 과 같이 에어 펌프(330)를 구동하여 침강성 측정이 완료된 측정셀(100) 내 하수에 외부로부터 공기를 공급하여 폭기시킨다. 동시에 믹서(340)를 구동하여 측정셀(100) 내측 하단에 침강된 부유물들을 교반함으로써 폭기와 교반에 의해 부유물들이 하수 내에 고르게 섞이도록 한다. 이후 제어부는 호흡률 측정부(300)를 하강시켜 패킹(310)으로 하여금 측정셀(100) 상단 개구부를 밀폐하도록 한다. 그리고 설정 시간(약 1분) 동안 안정화 단계를 거친 후 DO미터(320)를 구동하여 설정 시간(5~10분) 동안 하수 내 용존 산소량을 측정함으로써 미생물에 의한 호흡률을 측정한

다.

[0084] 호흡률 측정이 종료되면 제어부는 벨브를 구동하여 측정셀(100) 내 하수를 외부로 배출시킨다. 이때, 측정셀(100) 내부에는 복수의 워터젯 장치(미도시)가 구비되어 측정셀(100) 내주연에 부착된 부유물들을 제거할 수 있으며, 워터젯 장치는 등간격으로 구비되어 측정셀(100) 중심축과 어긋난 방향으로 물을 분사함하며, 이로 인해 측정셀(100) 내 세척수에 스크류(250) 회전이 일어나 부유물들을 더욱 효과적으로 제거할 수 있게 된다.

[0087] 한편, 통상의 하수 검사 장치는 1L의 하수에 대해서 30분간 침강률을 측정하는데 비해, 본 발명에서는 300ml의 하수에 대해서 10분간 침강률을 측정하므로, 1L, 30min에 비해 침강률이 다른 특성을 띠게 된다. 따라서, 이를 표준인 1L, 30min의 규격에 맞게 변환하는 과정이 필요하게 된다.

[0089] 우선, 제어부는 10분간 측정된 침강률을 30분의 규격에 맞게 변환한다. 이러한 침강률의 시간대비 규격 변화는 도 9에 도시된 바와 같이 최초 하수 유입시 측정된 농도값에 따라 통상 3가지 다른 특성을 보이게 된다. MLSS값은 미생물의 농도값이 90% 이상을 차지하는 파라메터로서, MLSS값이 2,000 미만인 경우에는 미생물의 양이 적어 도 9의 상단 그래프와 같이 침강된 부유물의 양이 매우 적으며, 또한 빠르게 침강하여 시간에 따른 변화가 거의 없는 것을 볼 수 있다. 그리고, MLSS값이 2,000 이상 4,000 미만인 경우에는 도 9의 중단 그래프와 같이 시간에 따른 침강률이 곡선 형태를 띠게 된다. 한편, MLSS값이 4,000 이상인 경우에는 미생물의 양이 많아 도 9의 하단 그래프와 같이 미생물 호흡에 의한 침강된 부유물의 양이 매우 많으며, 또한 미생물 활동에 의해 침장 시간이 느린 특성을 보이게 된다.

[0090] 이러한 MLSS 농도값에 따른 침강 특성에 관한 데이터는 원격지의 통제 센터 내 서버에 저장되어 있거나 또는 제어부에 저장되어 있으며, 제어부는 이러한 데이터의 테이블을 조회하여 MLSS 농도값에 따른 침강률 변환 함수를 선택한다.

[0091] 10분간 측정된 침강률(SV_{10} , 300ml)을 30분간 측정된 침강률(SV_{30} , 300ml)로 변환하는 함수는 다음과 같은 4가지 함수가 사용된다.

[0093] 우선, MLSS가 1,000 미만인 경우에는 도 9의 상단 그래프에서 볼 수 있듯이 시간에 따른 침강률 변화가 없으므로 10분이 지난 시점에 측정된 침강률 $R(SV_{10}, 300ml)$ 이 30분에서의 침강률 $y(SV_{30}, 300ml)$ 가 된다.

$$y=R, \quad (\text{MLSS} < 1,000)$$

[0096] 다음으로, MLSS가 1,000 이상 2,000 미만인 경우에는 역시 도 9의 상단 그래프와 같은 특성을 가지나, 10분이 지난 시점에 측정된 침강률 $R(SV_{10}, 300ml)$ 에서 30분에서의 침강률 $y(SV_{30}, 300ml)$ 로 갈수록 선형적으로 미세하게 감소한다. 이때, 감소 비율은 0.674와 0.704 사이이며, 이는 MLSS가 1,000에 가까울수록 0.674에 가까워지고, 2,000에 가까워질수록 0.704에 가까워지게 된다. 이러한 MLSS에 따른 감소 비율은 데이터 테이블로 작성되어 서버 또는 제어부에 저장된다.

$$y=-Ax+R, \quad (1,000 \leq \text{MLSS} < 2,000, \quad 0.674 \leq A \leq 0.704, \quad x=\text{측정할 침강시간(분)})$$

[0098] 이때, 만일 10분이 지난 시점에 측정된 침강률 $R(SV_{10}, 300ml)$ 의 값이 30 이하이면,

$$y=-Ax+R+10, \quad (\text{if } R \leq 30, \quad 1,000 \leq \text{MLSS} < 2,000, \quad 0.674 \leq A \leq 0.704, \quad x=\text{측정할 침강시간(분)})$$

[0100] 의 식을 따르게 된다.

[0102] 다음으로, MLSS가 2,000 이상 4,000 미만인 경우에는 도 9의 중단 그래프와 같은 특성을 가진다. 이러한 경우에 침강률은 10분이 지난 시점에 측정된 침강률 $R(SV_{10}, 300ml)$ 에서 30분에서의 침강률 $y(SV_{30}, 300ml)$ 로 갈수록 완만한 곡선 형태를 갖도록 감소한다. 이때 감소율은 곡선 성분에서 0.072와 0.076 사이이며, 직선 성분에서 3.125와 3.325 사이를 갖는다. 이 경우에도 역시 MLSS가 2,000에 가까울수록 0.072와 3.125에 가까운 값을 갖고, 4,000에 가까울수록 0.076과 3.325에 가까운 값을 갖게 된다.

$$y=Bx^2-Cx+R, \quad (2,000 \leq \text{MLSS} < 4,000, \quad 0.072 \leq B \leq 0.076, \quad 3.125 \leq C \leq 3.325, \quad x=\text{측정할 침강시간(분)})$$

[0104] 이때, 만일 10분이 지난 시점에 측정된 침강률 $R(SV_{10}, 300ml)$ 의 값이 80 이상 120 이하이면,

$$y=Bx^2-Cx+R+15, \quad (\text{if } 80 \leq R \leq 1200, \quad 2,000 \leq \text{MLSS} < 4,000, \quad 0.072 \leq B \leq 0.076, \quad 3.125 \leq C \leq 3.325, \quad x=\text{측정할 침강시간})$$

(분))

[0106] 의 식을 따르게 된다.

[0108] 마지막으로, MLSS가 4,000 이상인 경우에는 도 9의 하단 그래프와 같은 특성을 가진다. 이러한 경우에 침강률은 도 9의 상단 그래프보다 빠게 감소하게 되며, 이때 감소 비율 D값은 0.705과 0.725사이의 값을 갖는다. 이 값은 MLSS가 4,000에 근접할수록 D값은 0.705에 근접하고, MLSS가 4,000으로부터 멀어질수록 0.725에 근접하게 된다. 이들은 실험적으로 도출된 수치이고, 상기 수학식 2 및 수학식 3의 값들도 역시 실험적으로 도출된 수치이며, 서버 또는 제어부에 MLSS별 적용될 A, B, C, D 값이 데이터 테이블 형태로 저장될 수 있다.

[0109] $y = -Dx + R$, ($4,000 \leq MLSS, 0.705 \leq D \leq 0.725, x = \text{측정할 침강시간(분)}$)

[0111] 상술한 MLSS값에 따른 4가지 경우의 식에 따라 10분이 지난 시점에 측정된 침강률 $R(SV_{10}, 300ml)$ 에서 30분에서의 침강률 $y(SV_{30}, 300ml)$ 로의 변환은 기준이 되는 1L에서의 침강률이 아닌 300ml에서의 침강률이며, 따라서 제어부는 위 4가지 경우의 식에 따라 변환된 30분에서의 침강률 $y(SV_{30}, 300ml)$ 을 1L기준에 맞도록 다시 변환한다.

[0112] $300ml, 30\text{분}$ 에서의 침강률 $y(SV_{30}, 300ml)$ 에 대한 1L, 30분의 침강률 $z(SV_{30}, 1L)$ 은 다음과 같은 식을 따른다.

$$[0113] z(SV_{30}, 1L) = y(SV_{30}, 300ml) / E \quad (0.25 \leq E \leq 0.3)$$

[0114] 이때, D값은 MLSS의 값에 따라 0.25에서 0.3의 범위를 갖도록 설정할 수 있고, 또는, 온도값에 따라 0.25에서 0.3의 범위를 갖도록 설정할 수 있으며, 또는, MLSS의 값과 온도의 값을 모두 감안하여 0.25에서 0.3의 범위를 갖도록 설정할 수 있다. 이러한 D의 범위는 서버 또는 제어부에 데이터 테이블 형태로 저장되어 있으며, 제어부는 저장된 데이터 테이블에서 적정한 D 값을 추출하여 계산에 활용할 수 있다.

[0116] 상술한 과정을 진행하여 제어부는 1L, 30분 조건에서의 침강률 $z(SV_{30}, 1L)$ 을 계산해낼 수 있으며, 이렇게 계산된 침강률 $z(SV_{30}, 1L)$ 과 앞서 측정한 MLSS값을 이용하여 SVI(슬러지 용적지수, Sludge Volume Index, ml/g)를 계산한다. SVI의 계산식은 다음과 같다.

$$[0117] SVI = (z * 10^4) / MLSS, (z값은 퍼센트지수)$$

[0118] 이러한 과정을 통해 계산된 SVI값을 실제 1L, 30분 하에서 측정한 값과 비교한 그래프가 도 10에 도시되어 있다. 도 10을 참조하면 아래 표와 같이 규정 조건 하에서 측정된 데이터와 본 발명의 소형, 급속 조건 하에서 측정하여 연산한 데이터의 차이가 크지 않음을 알 수 있다.

표 1

No.	MLSS	Model predicted value	Experimental value
1	537	93	93
2	623	96	96
3	514	78	78
4	1404	86	85
5	1202	84	92
6	1412	86	85
7	1986	85	88
8	1549	83	79
9	1253	90	92
10	2830	97	92
11	2430	99	95
12	3079	100	93
13	2455	102	98
14	2369	95	93
15	2702	98	93
16	2842	97	90
17	2350	103	100
18	6049	139	142
19	4236	147	149
20	4519	140	150

21	8624	111	115
22	7524	116	124
23	4120	147	148
24	4985	135	138
25	7520	125	124
26	6203	138	140

[0121] 이러한 계산된 추정값과 실험값의 평균제곱근오차(RMSE)를 존별로 확인해보면,

표 2

Zone	RMSE
Zone 1	0.00
Zone 2	6.83
Zone 3	6.74
Zone 4	4.69

[0123]로서, 신뢰할만한 추정값이 얻어지는 것을 확인할 수 있다.

[0125] 제어부는 계산된 SVI값이 설정 범위, 바람직하게는 50 이상 150이하의 범위를 벗어날 경우 침강성이 나쁜 상태로 판정하며, 이를 관리자 또는 통제 센터에 통보하고 장치의 리셋을 제안하거나 관리자의 출동을 제안할 수 있다.

[0127] 한편, 제어부는 침강률의 측정이 끝난 이후 진행된 호흡률 측정 과정에서 측정된 DO미터(320)의 측정값을 토대로 측정셀(100) 내 하수의 미생물의 내생호흡률을 측정하고, 측정된 내생호흡률이 정상 범위 내에 있지 않은 경우 이를 관리자 또는 통제 센터에 통보하고 장치의 리셋을 제안하거나 관리자의 출동을 제안할 수 있다.

[0128] 이때, 호흡률은 도 11에 도시된 바와 같이 온도에 따라 변화하는 특성을 갖게 되는데, 이러한 호흡률의 보정을 위하여 다음과 같은 식이 활용된다.

$$s = (0.0091x^2 - 0.0654x + 0.7) + D0, \quad (x \text{는 온도}, s \text{는 보정된 호흡률}, D0 \text{는 측정된 호흡률})$$

[0132] 상술한 구성으로 이루어진 본 발명은, 적은 용량의 측정셀(100)을 이용하여 하수 내 침강률을 측정하므로, 장치의 크기를 소형화할 수 있는 효과가 있다.

[0133] 또한, 본 발명은, 적은 용량의 측정셀(100)을 이용하여 하수 내 침강률을 측정하므로, 침강 거리가 짧아 신속한 측정이 가능한 효과가 있다.

[0134] 또한, 본 발명은, 300ml, 10분 하에서의 측정 결과를 이용하여 1L, 30분 하에서의 측정 결과를 비교적 정확히 계산할 수 있는 효과가 있다.

부호의 설명

[0136] 100 : 측정셀 110 : 보조셀

120 : 워터 펌프 200 : 농도 측정부

210 : 제 1 농도 측정 센서 220 : 제 2 농도 측정 센서

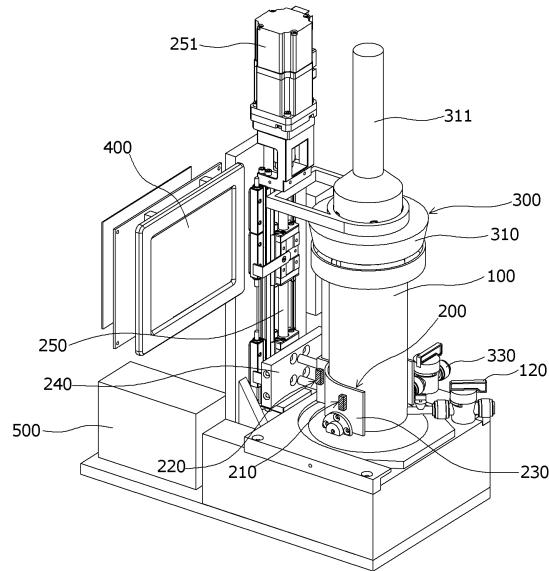
230 : 센서 지지대 300 : 호흡률 측정부

310 : 패킹 320 : DO미터

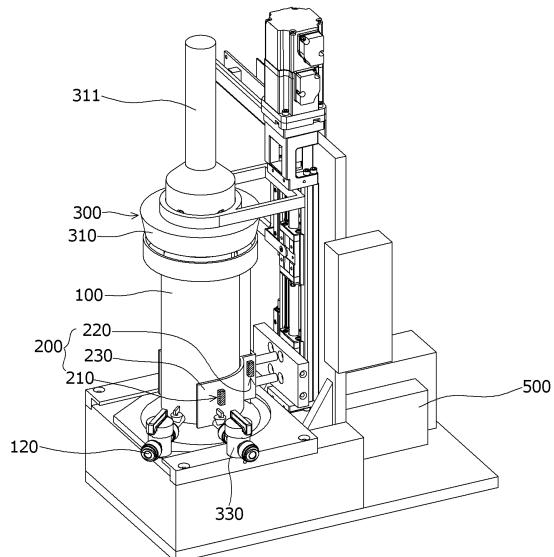
330 : 에어 펌프

도면

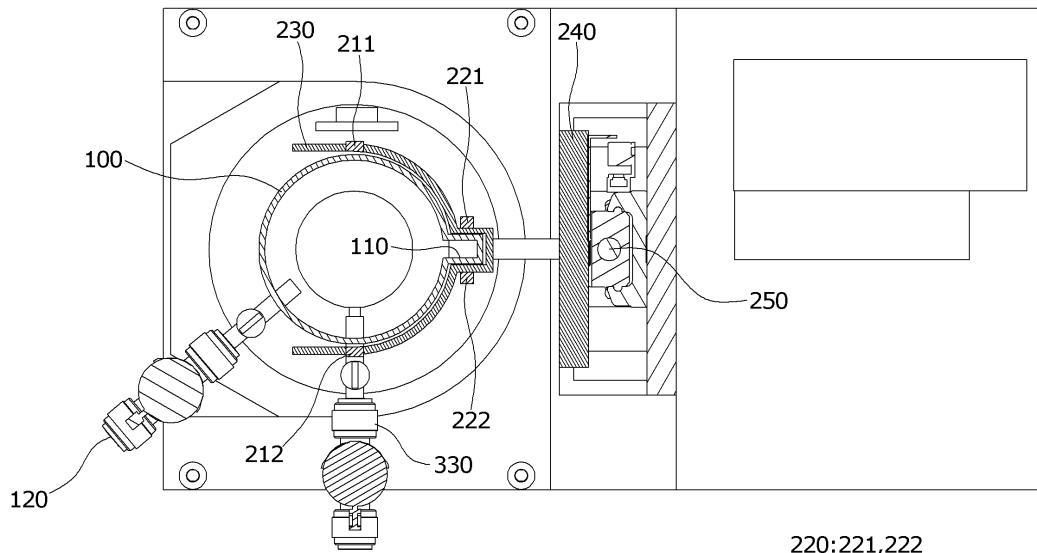
도면1



<a>

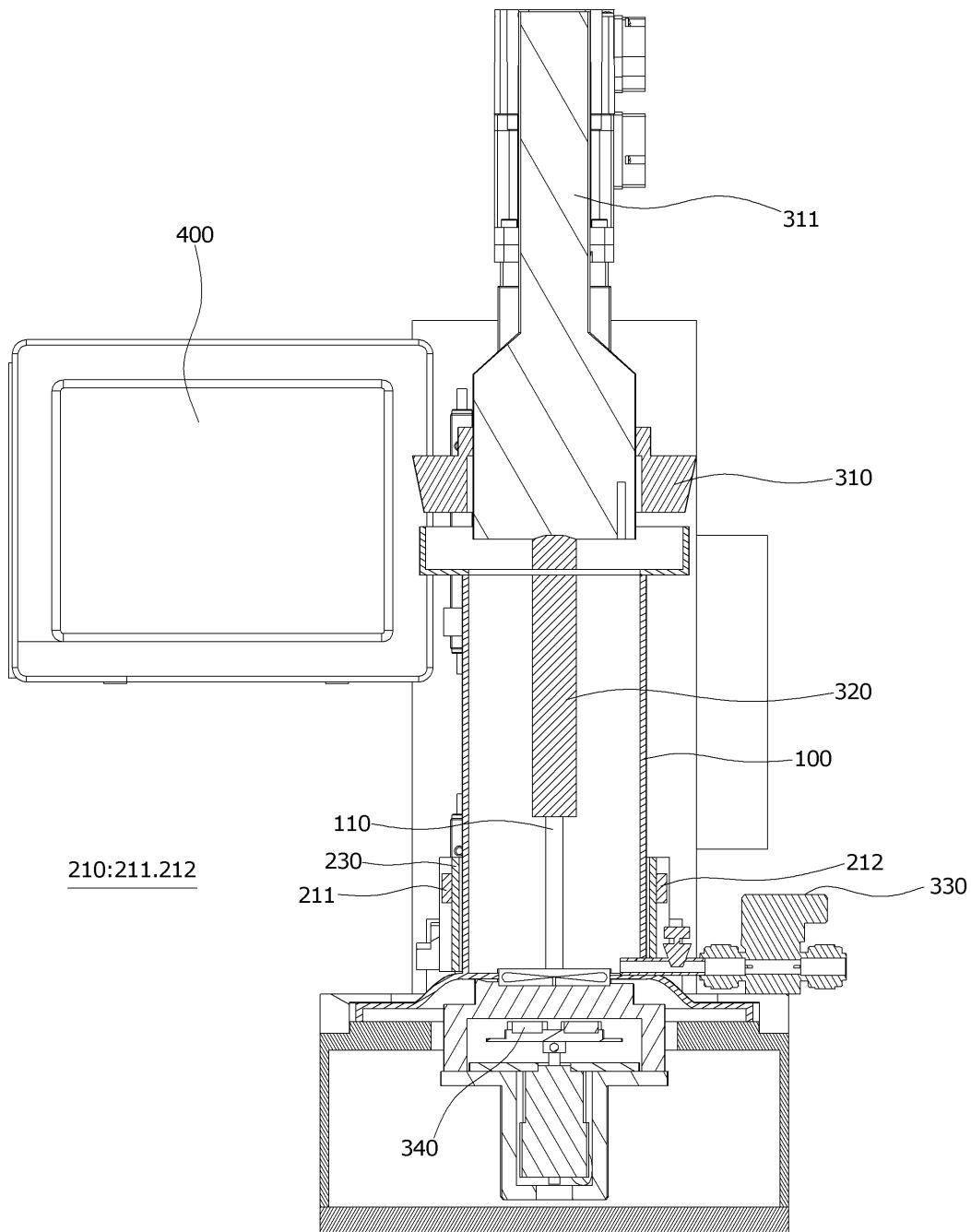


도면2

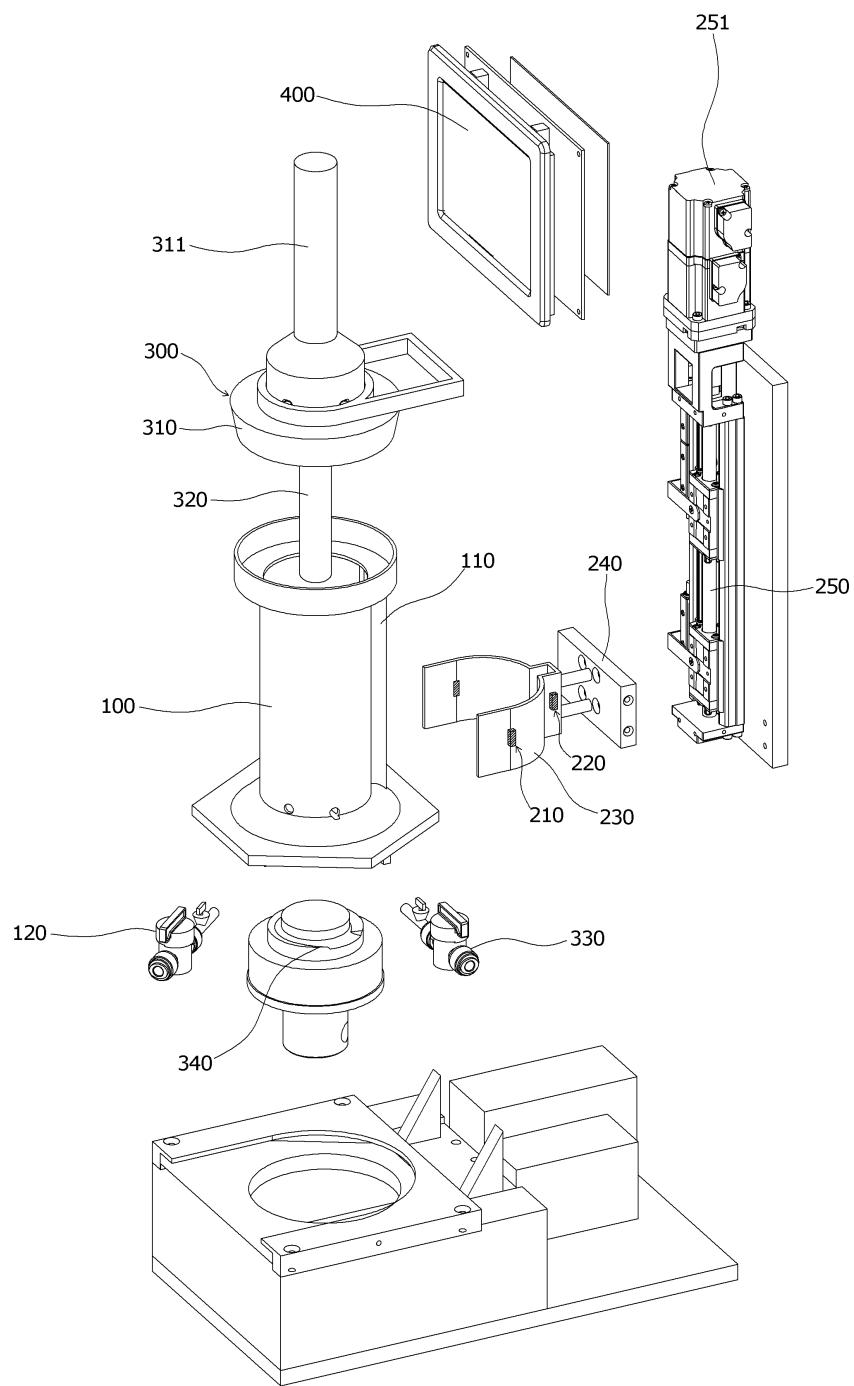


220:221,222

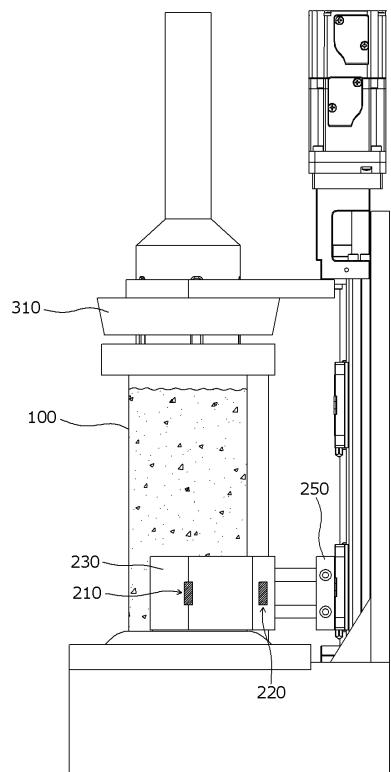
도면3



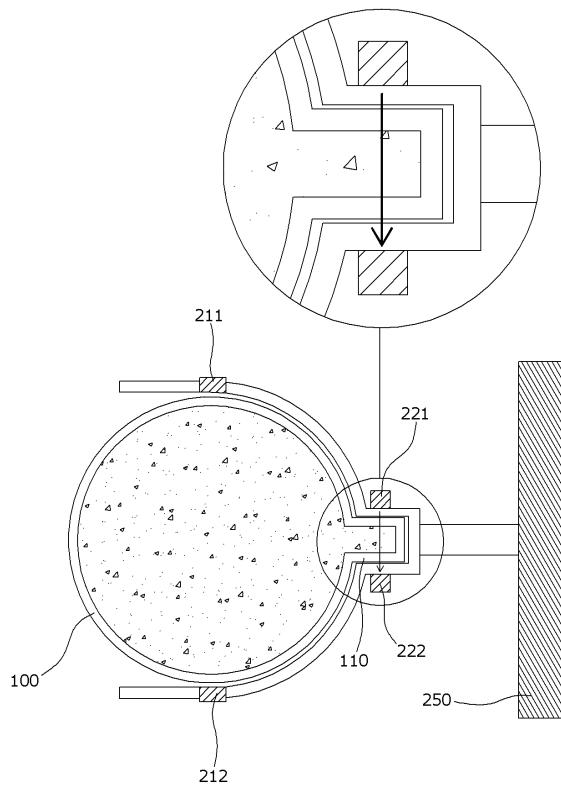
도면4



도면5

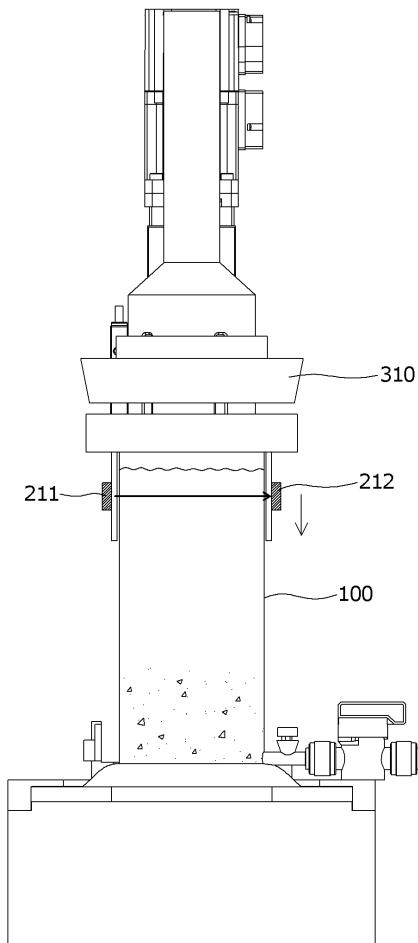


< a >

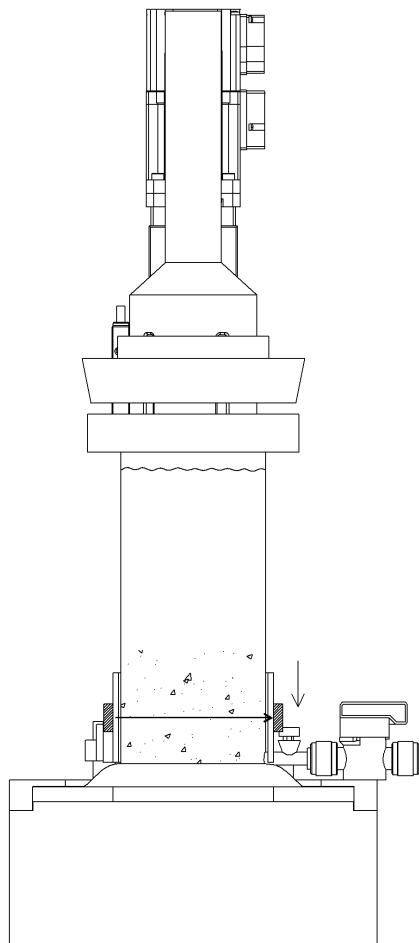


< b >

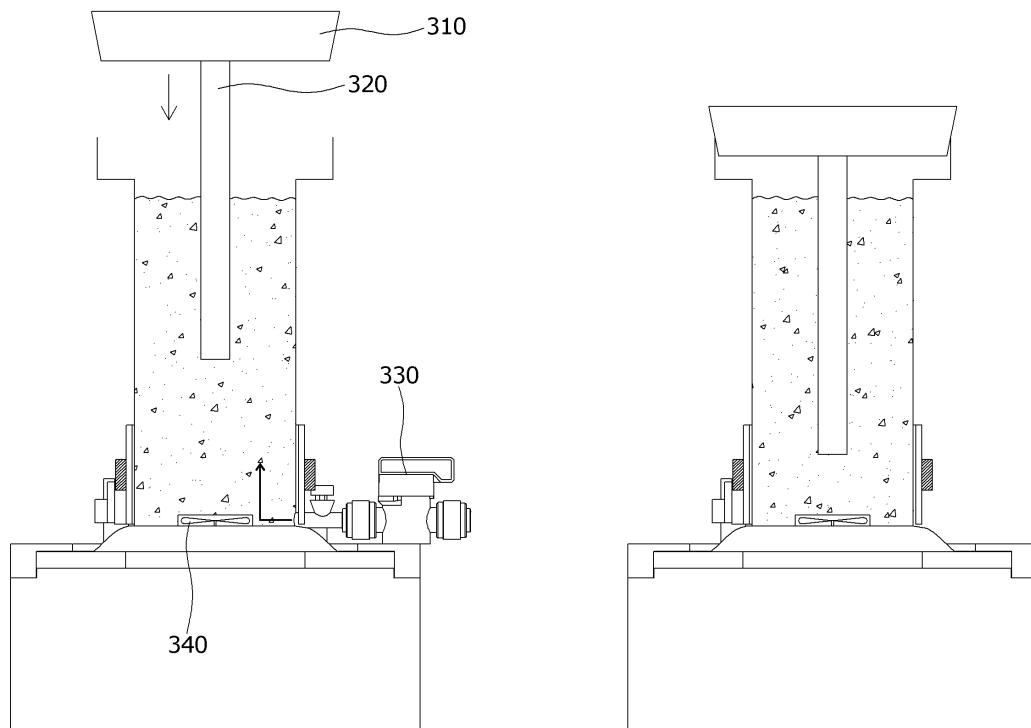
도면6



<a>



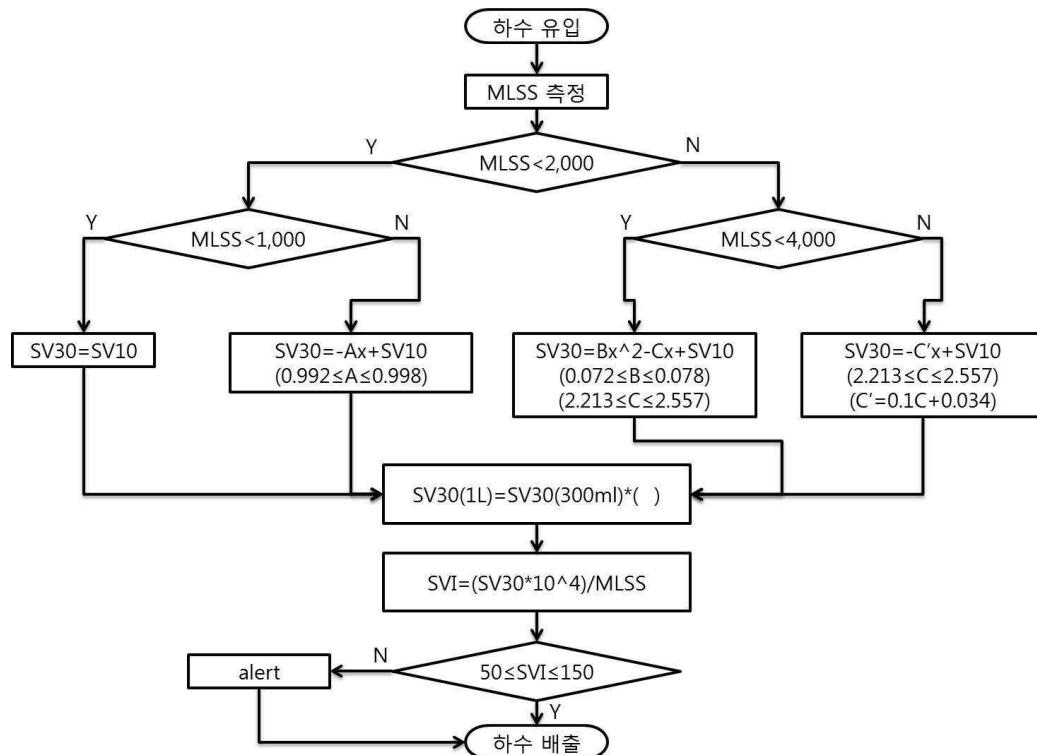
도면7



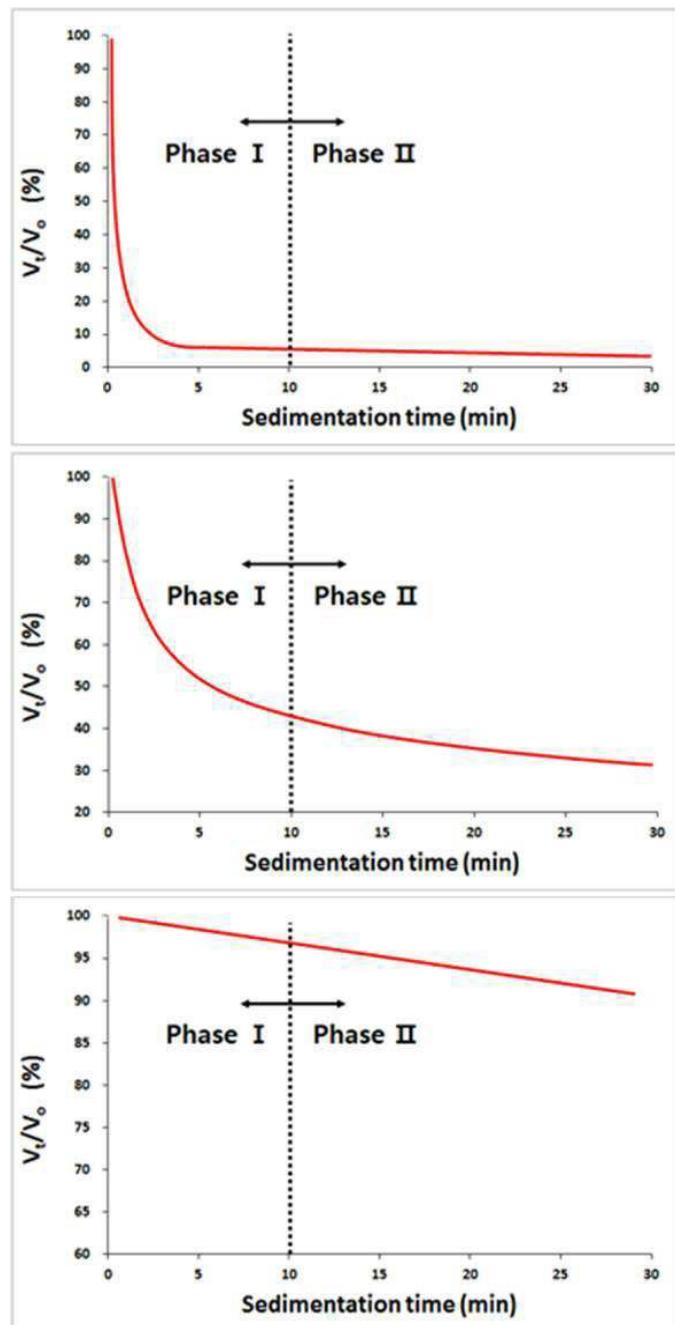
< a >

< b >

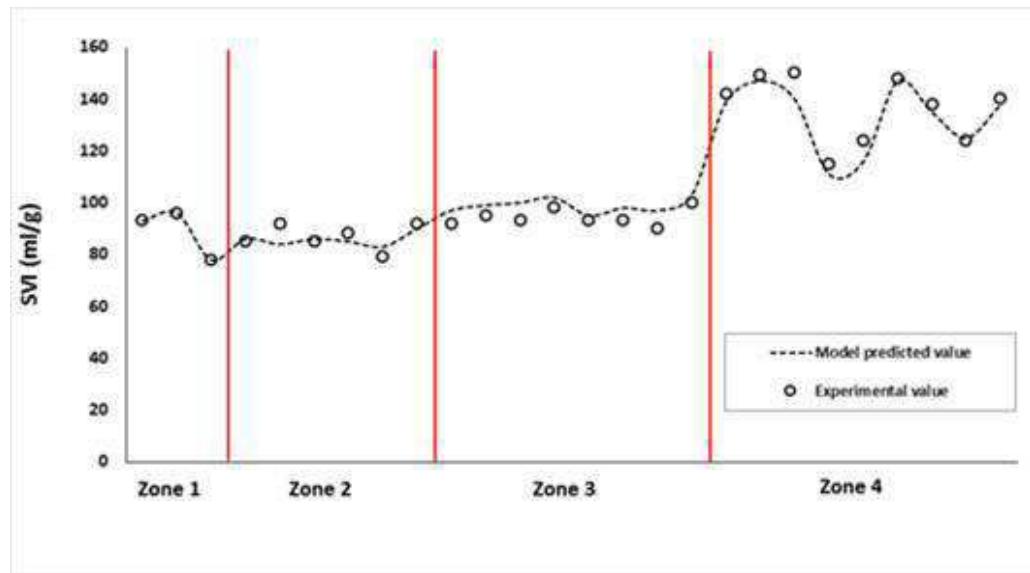
도면8



도면9



도면10



도면11

