(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.[7]
G05D 11/00

(11) 공개번호 10-2004-0085187
(43) 공개일자 2004년10월07일

(21) 출원번호 10-2004-7012509
(22) 출원일자 2004년08월12일
번역문 제출일자 2004년08월12일
(86) 국제출원번호 PCT/US2002/041533
(87) 국제공개번호 WO 2003/071369
(86) 국제출원출원일자 2002년12월23일
(87) 국제공개일자 2003년08월28일

(30) 우선권주장 10/077,831 2002년02월15일 미국(US)

(71) 출원인 램 리서치 코포레이션
미국, 캘리포니아 94538, 프레몬트, 커싱 파크웨이 4650

(72) 발명자 팜,쑤옌
미국, 캘리포니아주 94539, 프레몬트, 43520 로렐 글렌 커몬

구옌,투안
미국, 캘리포니아주 95111, 산 호세, 3594 벅키 드라이브

콰치,비엔
미국, 캘리포니아주 95121, 산 호세, 2067 래디 웨이

조우,렌
미국, 캘리포니아주 95121, 프레몬트, 40740 레인워터 코트

(74) 대리인 김윤배
이범일

심사청구 : 없음

(54) 화학기계적 평탄화 또는 세척시스템의 화학약품과슬러리의 독립식 운반과 제어 및 혼합을 위한 시스템과 그방법

요약

본 발명에 따른 화학기계적 평탄화시스템은 독립식 화학약품혼합시스템(210)과, 제1 및 제2펌프(214,234), 제1 및 제2유동센서(216,236), 혼합기(220) 및, 제어기(240)를 구비한다. 제1펌프(214)는 제1화학약품공급부(101)에 연결된 투입부와, 이 제1펌프(214)의 배출부에 연결된 제1유동센서(216)를 갖추고 있으며, 제2펌프(234)는 제2화학약품공급부(103)에 연결된 투입부와, 이 제2펌프(234)의 배출부에 연결된 제2유동센서(236)를 갖추고 있다. 혼합기(220)는 제1 및 제2유동센서(216,236)의 배출부에 연결된 투입부들을 갖추고 있다. 제어기(240)는 제1 및 제2유동센서(216,236)로부터 신호를 받아들이면서 제1 및 제2펌프(214,234)와 혼합기(220)를 위한 제어신호를 발생하도록 되어 있다.

대표도

도 2a

명세서

기술분야

본 발명은 전체적으로 반도체웨이퍼의 평탄화에 관련된 것으로, 특히 화학기계적 평탄화처리용 화학약품을 제어하고 혼합하는 방법과 시스템에 관한 것이다.

배경기술

반도체소자의 제조에서는, 화학기계적 평탄화(CMP)작업과, 기판세척, 기판연마 및 광내기, 기판헹굼 및 건조, 다른 유사한 작업 등을 포함하는 다양한 기판준비 및 제조단계를 이행하는 것이 필요하다. 평탄화와 연마 및 세척작업은 제조공정 중 여러 단계에서 반도체웨이퍼에 통상적으로 이행되고 있다. 전형적으로, 이러한 작업들은 다음 웨이퍼제조작업에 걸쳐서 웨이퍼처리가 이어지는, 예컨대 화학기계적 평탄화, 연마, 광내기, 세척, 헹굼, 또는 건조를 통해 처리될 때에 웨이퍼의 묶음들을 받아들이도록 된 처리시스템에 효율적으로 병합되어 있다.

통상, 이러한 화학기계적 평탄화처리에 필요한 화학약품은 도 1에 도시된 바와 같은 통합식 처리시스템(100)으로 준비된다. 도 1은 화학기계적 평탄화처리용 화학약품을 혼합하는 종래 시스템의 개략도이다. 제1화학약품(101)은 제1공급탱크(102)에 보관되고, 제2화학약품(103)은 제2공급탱크(104)에 보관된다. 제1 및 제2 화학약품(101,103)이 혼합될 때, 각 공급밸브(106,108)는 개방되어 소정량의 제1 및 제2화학약품(101,103)이 통합식 혼합탱크(110)로 이동된 후에 제1 및 제2화학약품(101,103)이 통합식 혼합탱크(110)에서 혼합된다. 통상, 혼합된 약품들은 통합식 혼합탱크(110)에 추가되는 제1 및 제2화학약품(101,103)의 각각의 양을 계량하는 것과 같은 수동처리에 의해 검사된다. 혼합된 화학약품들이 완전히 준비되어 사용될 수 있게 되면, 통합식 공급밸브(120)가 개방되고, 통합식 혼합탱크(110)는 혼합물(123)이 운반탱크(122)로 흐르도록 가압된다. 다음으로, 이 운반탱크(122)는 상기 혼합물(123)을 혼합물분배용 다기관(124)으로 운반하도록 가압될 수 있는데, 이 다기관(124)은 독립식 공급밸브(136,138,140)를 통해 상기 혼합물을 다수의 사용지점(130,132,134)으로 분배시킨다. 각각의 사용지점(130,132,134)은 상이한 화학기계적 평탄화처리구 또는 하나의 화학기계적 평탄화처리구내에 있는 상이한 위치들을 나타낼 수 있다.

전술된 통합식 처리시스템(100)의 문제점은 종종 혼합물(123)이 제한된 시간동안만 사용될 수 있다는 점이다. 예컨대, 종종 최적의 화학기계적 평탄화결과물은 혼합물(123)이 통합식 혼합탱크(110)에서 형성된 후 처음 60분 안에 사용되는 것이 요구되는 바, 이러한 시간제한은 혼합물(123)의 반응성 또는 화학기계적 평탄화처리에 사용된 슬러리형 화학약품에 흔히 있는 응고효과에 기인한다.

통합식 처리시스템(100)의 다른 문제점은 혼합물(123)이 분배시스템(예컨대, 다기관(124)과 각각의 독립식 공급밸브(136,138,140) 및 이들을 서로 연결하는 배관)을 매개로 하여 각 사용지점(130,132,134)으로 이동되어야 한다는 점이다. 혼합 물(123)이 다 소모되거나 더이상 필요 없게 되면, 전체 분배시스템은 완전히 씻어내 고 청소되어서 이전에 소모된 혼합물의 불순물이 다음 혼합물을 더럽히지 않도록 해야한다. 더구나, 분배시스템에 남아 있는 혼합물(123)은 처분되어야 하는 폐기물로 되는데, 이는 비효율적이고 통상 비용을 낭비하게 된다.

통합식 처리시스템(100)의 또 다른 문제점은 종종 혼합물(123)이 유해(예컨대, 부식성, 산성, 가연성, 유독성 등이 있어)하다는 점이다. 혼합물(123)이 유해하기 때문에, 가압되는 통합식 혼합탱크(110)와 운반탱크(122)는 아주 면밀히 감시되고 제어되어야 한다. 또한, 통합식 혼합탱크(110)와 운반탱크(122)는 유해한 혼합물(123)의 안전한 수용성을 부가하도록 통상 이중 벽으로 되어 있다. 다량의 유해한 혼합물(123)을 보관하고 가압하는 데에 필요한 안전조건은 통합식 처리시스템(100)을 더욱 복잡하게 하고 비용을 증대시킨다. 그러므로, 이러한 통합식 처리시스템(100)은 더욱 비싸게 되고, 요구되는 것보다 신뢰성이 없다.

전형적으로, 통합식 처리시스템(100)은 혼합물이 다른 혼합물과 정확히 동일하지 않기 때문에 일관성이 없는 혼합물을 생기게 하는데, 이러한 일관성이 없는 혼합물은 일관되지 않는 화학기계적 평탄화결과물을 초래한다. 제1 및 제2 화학약품(101,103)의 각각의 양과 같은 측정값이 혼합물마다 상이하게 되거나 어떤 혼합물은 다른 혼합물보다 사용전에 더욱 오래되게 되기 때문에 혼합물들이 일관성 없게 될 수 있다.

또한, 통합식 처리시스템(100)은 연속적이고 일관된 혼합물을 생성하지 않는다. 이는 전형적인 혼합물 제어가 통합식 혼합탱크(110)의 통합식 혼합처리에서 이 루어지기 때문이다. 일단 혼합물(123)이 통합식 혼합탱크(110)에서 화합되면, 통상 이 혼합물이 적당한지 또는 너무 오래되거나 더렵혀졌는지를 측정하기 위한 감시나 시험이 더이상 없다. 그 결과, 혼합물(123)이 부적당하게 되면, 그 후에 화학기계적 평탄화결과물도 부적당하게 된다.

대부분의 통합식 혼합시스템이 갖는 다른 문제점으로는 혼합물(123)의 양이 이 혼합물(123)의 실제 필요량보다 많이

준비된다는 점이다. 어떠한 연유(예컨대, 혼합물(123)이 너무 오래될 때까지 화학기계적 평탄화처리가 지연되는)로 해서 혼합물(123)이 필요 없게 되면 전체 혼합물(123)이 폐기물로 버려져야 하는데, 이는 과도한 폐기물을 초래하여, 비효율적이고 통상 비용을 낭비하게 된다.

전술한 관점에서, 화학기계적 평탄화용 화학약품들의 더욱 효율적이고 정확한 운반시스템이 필요하게 되었다.

발명의 상세한 설명

넓게 말하자면, 본 발명은 화학기계적 평탄화시스템에서 독립식 화학약품혼합시스템을 제공함으로써 상기 요구조건을 만족시키게 된다. 본 발명은 공정이나, 기계, 시스템, 컴퓨터판독매체, 장치 등을 포함하는 여러 방식으로 이행될 수 있는데, 본 발명의 독창적인 여러 실시예가 아래에 설명된다.

본 발명에 따른 화학기계적 평탄화시스템은 독립식 화학약품혼합시스템을 포함하는 바, 이 독립식 화학약품혼합시스템은 제1 및 제2펌프와, 제1 및 제2유동센서, 혼합기 및, 제어기를 구비한다. 제1펌프는 제1화학약품공급부에 연결된 투입부와, 이 제1펌프의 배출부에 연결된 제1유동센서를 갖추고 있으며, 제2펌프는 제2화 학약품공급부에 연결된 투입부와, 이 제2펌프의 배출부에 연결된 제2유동센서를 갖추고 있다. 혼합기는 제1 및 제2유동센서의 배출부에 연결된 투입부들을 갖추고 있다. 제어기는 제1 및 제2유동센서로부터 신호를 받아들이면서 제1 및 제2펌프와 혼합기를 위한 제어신호를 발생하도록 되어 있으며, 화학기계적 평탄화처리로부터의 요구시 제1 및 제2화학약품을 혼합하도록 되어 있다.

화학기계적 평탄화시스템을 위해 둘 이상의 화학약품을 혼합하는 방법은 제1 및 제2화학약품을 사용지점으로 펌핑하는 단계와, 제1펌프로부터 나오는 제1화학약품의 유동속도와 제2펌프로부터 나오는 제2화학약품의 유동속도를 감시하는 단계, 제1 및 제2화학약품의 혼합에 대한 요구시 혼합기내로 흐르는 제1 및 제2화학약품의 유동을 제어하는 단계 및, 혼합물을 화학기계적 평탄화처리구로 배출하는 단계를 포함한다.

한 실시예에서, 혼합기내로 흐르는 제1 및 제2화학약품의 유동은 혼합물의 pH수준과 혼합물의 밀도와 같은 혼합물의 양상에 따라 제어된다.

한 실시예에서, 제1 및 제2펌프는 튜브프램(tubephram)형 펌프를 포함한다.

사용지점에서의 요구시 화학기계적 평탄화용 화학약품을 혼합함으로써, 폐기물을 줄이게 되며, 더욱 정확하고 일관된 화학약품 혼합물을 제공하게 된다. 또한, 독립식 혼합시스템은 혼합공정의 일정한 피드백 및 제어를 허용하게 된다. 또, 독립식 혼합시스템은 종래의 통합식 혼합시스템에 비해 비용을 절감하고 덜 복잡하게 된다.

더구나, 독립식 혼합시스템은 필요하기 전에 생성된 혼합물을 대체로 제거하 고 혼합물용 분배시스템의 크기를 줄임으로써 폐기물을 감소시킬 수 있다.

본 발명의 다른 양상과 장점은 본 발명의 원리를 예로 들어 도해하는 첨부도면을 참조로 하여 아래의 상세한 설명으로부터 명확하게 될 것이다. 본 발명은 첨부도면을 참조로 하여 아래의 상세한 설명으로부터 쉽게 이해될 수 있는 바, 도면에서 유사한 구성부재는 유사한 참조부호로 표시된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 화학기계적 평탄화처리를 위한 화학약품을 혼합하는 종래 시스템의 개략도이다.

도 2a는 본 발명의 한 실시예에 따라 두 가지 화학약품을 사용하는 독립식 혼합시스템의 공정배관계장도(Pamp;ID)이다.

도 2b는 본 발명의 한 실시예에 따른 독립식 혼합시스템에서 제1화학약품의 유동을 제어하기 위해 이행된 방법을 도시한 흐름순서도이다.

도 2c는 본 발명의 한 실시예에 따른 독립식 혼합시스템에서 제1화학약품의 유동을 제어하기 위해 이행된 방법을 도시한 흐름순서도이다.

도 2d는 본 발명의 한 실시예에 따른 독립식 혼합시스템에서 제2화학약품의 유동을 제어하기 위해 이행된 방법을 도시한 흐름순서도이다.

도 2e는 본 발명의 한 실시예에 따른 독립식 혼합시스템에서 제1화학약품의 유동을 제어하기 위한 비례적분미분(PID)제어의 블록선도이다.

도 3은 본 발명의 한 실시예에 따라 두 가지 화학약품을 사용하는 혼합기의 공정배관계장도이다.

도 4a는 본 발명의 한 실시예에 따른 회전형 펌프를 도시한 도면이다.

도 4b와 도 4c는 도 4a에 도시된 A부분에서 압축가능한 튜브의 단면을 도시한 도면이다.

도 4d는 도 4a에 도시된 B부분에서 압축가능한 튜브의 단면을 도시한 도면이다.

도 4e는 입자들이 튜브의 측벽들 사이에서 압축될 때 모일 수 있는 입자들을 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 한 실시예에 따른 튜브프램형 펌프를 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 한 실시예에 따른 세 가지 화학약품을 사용하는 독립식 혼합시스템과 유수(流水)시스템의 공정배관계장도이다.

실시예

이제, 독립식 화학약품혼합시스템을 포함하는 화학기계적 평탄화시스템을 위한 여러 실시예가 설명되는 바, 당해분야의 숙련자들에게는 본 발명이 여기에 기술된 전체 또는 임의의 세부가 없이도 실시될 수 있음을 알고 있다.

화학기계적 평탄화용 화학약품들을 독립식으로 혼합함으로써, 화학약품을 더욱 효율적으로 사용되게 하고 혼합물분배시스템의 과도한 혼합물 또는 과도하게 통합식으로 준비된 혼합물과 같은 폐기물을 줄일 수 있게 한다. 덧붙여, 독립식 혼합시스템은 연속적인 혼합물유동을 제공할 수 있다. 혼합물이 연속적으로 감시되면, 피드백 제어회로도 이루어져 더욱 일정한 혼합물을 유지할 수 있게 된다.

도 2a는 본 발명의 한 실시예에 따라 두 가지 화학약품을 사용하는 독립식 혼합시스템(200)의 공정배관계장도로서, 도 2a가 두 가지 화학약품을 사용하는 독립식 시스템을 도시하고 있지만, 아래에 설명된 시스템과 공정은 세 가지 이상의 화학약품에 대한 것으로 확장될 수도 있다. 제1슬러리(예컨대 히타치(Hitachi)의 슬러리 PN HFA005 또는 다른 적당한 슬러리)와 같은 제1화학약품(101)은 제1공급탱크(102)에 보관되며, 제1화학약품과 혼합될 탈이온화수나 제2슬러리와 같은 제2화학약품(103) 또는 다른 화학약품은 제2공급탱크(104)에 보관된다. 독립식 혼합기(210)는 이들 제1 및 제2화학약품을 혼합하는 다수의 구성요소를 구비하고 있다. 특히, 독립식 혼합기는 제1공급탱크(102)와 제1펌프(214)의 투입부 사이에 위치된 제1공급밸브(212)를 구비하고 있다. 제1펌프(214)의 배출부는 제1유동센서(216)의 투입부에 연결된다. 제1유동센서(216)의 배출부는 혼합기(220)의 제1투입부에 연결된다. 제2공급밸브(232)는 제2공급탱크(104)와 제2펌프(234)의 투입부 사이에 위치된다. 제2펌프(234)의 배출부는 제2유동센서(236)의 투입부에 연결된다. 제2유동센서(236)의 배출부는 혼합기(220)의 제2투입부에 연결된다. 혼합기(220)의 배출부는 화학기계적 평탄화처리구(250)에 연결된다. 제어기(240)는 제1 및 제2공급밸브(212,232)와, 제1 및 제2펌프(214,234), 제1 및 제2유동센서(216,236) 및, 혼합기(220)에 전기적으로 연결된다.

또한, 제1 및 제2펌프(214,234)는 각각 제1 및 제2압력조절기(217,237)를 구비할 수 있다. 이들 압력조절기(217,237)는 제1 및 제2펌프(214,234)에 의해 생기는 통상적인 압력변동을 감소시키거나 둔화시킨다. 혼합기(220)의 배출부는 제어기(240)에 전기적으로 연결될 수 있는 모니터센서를 구비할 수도 있다. 상기 제1 및 제2공급밸브(212,232)는 통상적으로 폐쇄되는 밸브로 될 수 있어서, 제어입력부 없이 제1 및 제2공급밸브(212,232)가 자동적으로 폐쇄된다. 통상적으로 폐쇄되는 밸브는 제1 및 제2화학약품(101,103)의 제어안전성을 더욱 향상시키게 된다.

작동시, 제어기(240)는 제1공급밸브(212)를 개방시키고 제1펌프(214)를 작동시켜서, 제1펌프(214)가 제1화학약품을 혼합기(220) 쪽으로 배출할 수 있게 한다. 이어서, 제1유동센서(216)가 혼합기(220) 쪽으로 흐르는 제1화학약품(101)의 유동속도를 감지하고, 이 감지된 유동속도를 제어기(240)로 출력한다. 그 후에, 제어기는 제1유동센서(216)로부터 감지하여 얻은 유동속도를 이용하여서 제1화학약품의 유동속도를 원하는 유동속도로 조정한다.

혼합기(220)내로 흐르는 제1화학약품(101)과 마찬가지로, 제2화학약품(103)도 제2공급밸브(232)와 제2펌프(234) 및 제2유동센서(236)를 통하여 제어된 유동속도로 혼합기내로 펌핑된다. 바람직한 유동속도의 제1화학약품(101)과 바람직한 유동속도의 제2화학약품(103)이 혼합기(220)내에서 화합되어 소정의 바람직한 혼합물을 혼합기(220)에서 생성한다.

제어기(240)는 제1유동센서(216)를 통해 유동속도를 측정하고서, 제1화학약품(101)의 바람직한 유동속도를 유지하도록 제1펌프(214)의 펌핑속도를 조절함으로써, 제1화학약품(101)의 유동속도의 폐쇄회로제어시스템을 형성한다. 마찬가지로, 제어기(240)는 제2유동센서(236)를 통해 유동속도를 측정함으로써, 제2화학약품(103)의 유동속도의 폐쇄회로제어시스템을 형성한다. 이어서, 제어기(240)는 제2화학약품(103)의 바람직한 유동속도를 유지하도록 제2펌프(234)의 펌핑속도를 조절한 다. 혼합기(220)내로 흐르는 제1 및 제2화학약품(101,103)의 알려진 유동속도를 유지함으로써, 소정의 바람직한 비율의 제1 및 제2화학약품(101,103)의 혼합물이 계속적으로 유지될 수 있게 된다.

도 2b는 본 발명의 한 실시예에 따른 독립식 혼합시스템(200)에서 제1화학약품의 유동을 제어하기 위해 이행된 방법(252)을 도시한 흐름순서도이다. 단계 253에서는, 제1화학약품(101)이 독립식 혼합시스템으로 펌핑되고, 이 제1화학약품(101)의 유동속도가 단계 254에서 감시된다. 단계 255에서, 제2화학약품(103)이 독립식 혼합시스템으로 펌핑되고, 이 제2화학약품(103)의 유동속도가 단계 256에서 감시된다. 단계 257에서, 혼합기로 흐르는 제1 및 제2화학약품의 유동은 제1 및 제2화학약품(101,103)의 혼합물에 대한 요구에 따라 제어된다. 단계 258에서는, 이 혼합물이 화학기계적 평탄화처리와 같은 공정에 사용되도록 배출된다.

도 2c는 본 발명의 한 실시예에 따른 독립식 혼합시스템(200)에서 제1화학약품의 유동을 제어하기 위해 이행된 방법을 도시한 흐름순서도이고, 도 2d는 본 발명의 한 실시예에 따른 독립식 혼합시스템(200)에서 제2화학약품의 유동을 제어하기 위해 이행된 방법을 도시한 흐름순서도이다. 설명을 간단히 하기 위해, 제1 및 제2화학약품(101,103)의 유동제어는 별도로 설명되지만, 적어도 하나의 실시예에서 제어기(240)는 제1 및 제2화학약품(101,103)의 유동속도를 동시에 제어한다.

도 2c를 참조하면, 단계 262에서 제어기(240)는 제1공급밸브(212)가 개방되게 하고 제1펌프(214)가 제1화학약품(101)을 혼합기(220)로 배출하게 한다. 단계 264에서는, 제1유동센서(216)가 제1펌프(214)로부터 배출된 제1화학약품(101)의 유 동속도를 감지하는데, 이 유동센서(216)는 감지된 유동속도를 제어기(240)로 전송한다. 단계 266에서, 감지된 제1화학약품(101)의 유동속도는 제1화학약품(101)의 바람직한 유동속도와 비교되어, 감지된 제1화학약품(101)의 유동속도가 제1화학약품의 바람직한 유동속도와 같으면 단계 268에서 바람직한 유동속도가 검토된다. 단계 268에서 바람직한 유동속도가 영(0)과 같으면 이 방법은 종료되고, 바람직한 유동속도가 영(0)과 같지 않으면 이 방법은 단계 264부터 계속된다.

단계 266에서, 감지된 제1화학약품(101)의 유동속도가 제1화학약품의 바람직한 유동속도와 같지 않으면 단계 270에서 감지된 유동속도가 바람직한 유동속도보다 빠른지를 측정하도록 검사된다. 단계 270에서, 감지된 유동속도가 바람직한 유동속도보다 빠르면 단계 272에서 제어기(240)는 제1펌프(214)로부터의 유동속도를 줄여서, 전술된 바와 같이 이 방법은 단계 264부터 계속된다. 단계 270에서, 감지된 유동속도가 바람직한 유동속도보다 빠르지 않으면 단계 274에서 제어기(240)가 제1펌프(214)로부터의 유동속도를 증대시켜서, 전술된 바와 같이 이 방법은 단계 264부터 계속된다.

도 2d를 참조하면, 단계 282에서 제어기(240)는 제2공급밸브(232)가 개방되게 하고 제2펌프(234)가 제2화학약품(103)을 혼합기(220)로 배출하게 한다. 단계 284에서는, 제2유동센서(236)가 제2펌프(234)로부터 배출된 제2화학약품(103)의 유동속도를 감지하는데, 이 유동센서(236)는 감지된 유동속도를 제어기(240)로 전송한다. 단계 286에서, 감지된 제2화학약품(103)의 유동속도는 제2화학약품(103)의 바람직한 유동속도와 비교되어, 감지된 제2화학약품(103)의 유동속도가 제2화학약 품의 바람직한 유동속도와 같으면 단계 288에서 바람직한 유동속도가 검토된다. 단계 288에서 바람직한 유동속도가 영(0)과 같으면 이 방법은 종료되고, 바람직한 유동속도가 영(0)과 같지 않으면 이 방법은 단계 284부터 계속된다.

단계 286에서, 감지된 제2화학약품(103)의 유동속도가 제2화학약품의 바람직한 유동속도와 같지 않으면 단계 290에서 감지된 유동속도가 바람직한 유동속도보다 빠른지를 측정하도록 검사된다. 단계 290에서, 감지된 유동속도가 바람직한 유동속도보다 빠르면 단계 292에서 제어기(240)는 제2펌프(234)로부터의 유동속도를 줄여서, 전술된 바와 같이 이 방법은 단계 284부터 계속된다. 단계 290에서, 감지된 유동속도가 바람직한 유동속도보다 빠르지 않으면 단계 294에서 제어기(240)가 제2펌프(234)로부터의 유동속도를 증대시켜서, 전술된 바와 같이 이 방법은 단계 284부터 계속된다.

선택적으로, 제어기(240)는 혼합기(220)로부터 나온 혼합물의 하나 이상의 양상을 감시함으로써 폐쇄된 회로의 피드백제어를 창출할 수 있다. 혼합물센서(242)가 혼합물을 감시하는 바, 한 실시예에서 이 혼합물센서(242)는 pH센서를 포함한다. 이 pH센서는 혼합물의 pH수준을 계속적으로 측정할 수 있는데, 예컨대 독립식 혼합시스템에서는 pH 8.02 수준이 바람직한 혼합물의 pH수준을 나타낸다. 또한, 제1화학약품(101)은 제2화학약품(103)보다 높은 수준의 pH수준을 갖는다. 제어기가 혼합물의 pH수준을 8.01로 감지하면, 제어기는 자동적으로 제1 및 제2화학약품(101,103)의 비율을 조절하여, 감지된 pH수준을 바람직한 pH 8.02 수준으로 증대시킬 수 있다.

도 2e는 본 발명의 한 실시예에 따른 독립식 혼합시스템(200)에서 제1화학약품(101)의 유동을 제어하기 위한 비례적

분미분제어의 블록선도(350)이다. 비례적분미분제어가 단지 제1화학약품(101)의 유동을 제어하는 것과 관련하여 설명되었지만, 동일한 원리가 제2화학약품(103)의 유동을 제어하거나 혼합물(123)의 다른 양상을 제어하는 것과 같이 임의의 다른 제어변수를 제어하는 데에 적용될 수 있다. 제1화학약품(101)의 바람직한 유동속도와 같은 바람직한 설정값이 입력부(352)에 인가될 수 있다. 비례변수(Kp)와 적분변수(Ki) 및 미분변수(Kd)가 입력부(352)에 인가된 신호로부터 구해진다. 각각의 비례적분미분변수가 상응하는 비례적분미분연산부(354A,354B,354C)에 인가되어 출력부(358)에서 제어신호(356)를 발생시키게 되는데, 예컨대 이 출력된 제어신호는 제1펌프(214)의 속도제어신호로 될 수 있다. 제어신호(356:예컨대, 제1펌프(214)의 제어입력부에 인가된 제1펌프의 속도제어신호 등)는 처리공정에 인가된다. 피드백신호(360)는 입력부(352)에 피드백되어, 오류제어 또는 피드백을 제공한다. 상기 입력부(352)에 인가된 설정값이 제1화학약품(103)의 바람직한 유동속도라면, 피드백신호(360)는 제1유동센서(216)에서와 같이 제1펌프(214)로부터 흐르는 제1화학약품(103)의 감지된 유동속도로 될 수 있다.

도 3은 본 발명의 한 실시예에 따라 두 가지 화학약품을 사용하는 혼합기(220)의 공정배관계장도이다. 도 3이 두 가지 화학약품용 혼합기를 도시하지만, 아래에 설명된 시스템과 공정은 세 가지 이상의 화학약품으로 확장될 수도 있다. 제1혼합기투입밸브(222)는 제1유동센서(216)에서 혼합기다기관(226)으로의 제1화학약품(101)의 투입을 제어하며, 제2혼합기투입밸브(224)는 제2유동센서(236)에서 혼합 기다기관(226)으로의 제2화학약품(103)의 투입을 제어한다. 제1 및 제2화학약품(101,103)은 혼합기다기관(226)에서 혼합된다. 혼합기배출밸브(228)는 혼합기다기관(226)에서 화학기계적 평탄화처리구(250)로의 배출을 제어한다.

한 실시예에서, 각각의 투입밸브(222,224)와 혼합기다기관(226) 사이의 배관치수(예컨대, 길이와 상호연결되는 파이프의 직경 등)는 동일하다. 한 실시예에서, 혼합기(220)는 레이디얼밸브(radial valve)형 혼합기로서, 각 투입밸브(222,224)는 서로 맞은편에 위치되면서 중앙의 혼합기다기관으로부터 등거리로 떨어져 있다. 적당한 레이디얼밸브형 혼합기의 한 예로, 미국, 뉴저지주, 분톤, 85 풀톤 스트리트에 주소를 둔 바이오-켐 밸브, 인크.(Bio-Chem Valve, Inc.)로부터 구입할 수 있는 시리즈 089M amp; 079NC 다기관조립체가 있다. 선택적으로, 혼합기(220)는 도 3에 도시된 혼합기(220)와 유사한 선형형태로 될 수 있다.

도 4a는 본 발명의 한 실시예에 따른 회전형 펌프(400)를 도시한 도면이다. 제1 및 제2펌프(214,234)는 도 4a에 도시된 바와 같은 회전형 펌프로 될 수 있다. 이 회전형 펌프(400)는 대략 둥근 내부체임버(404)를 형성하는 하우징을 구비한다. 회전자(406)는 내부체임버(404)에 중심이 있으며, 이 회전자는 둘 이상(이 경우에는 3개)의 압축휠(408A,408B,408C)을 구비한다. 또한, 하우징(402)은 대체로 내부체임버(404)와 접하는 입구(410)와 출구(412)를 구비한다. 압축가능한 튜브(420)는 입구(410)를 통하여 내부체임버(404)의 내주 주위를 돌아 출구(412) 밖으로 나아간다. 상기 압축휠(408A,408B,408C)은 내부체임버(404)의 내주에 대해 압축가능한 튜브(420)를 압축하는 바, 작동시 회전자(406)가 중심축(414) 주위로 반시계방향으로 회전하면 압축휠이 내부체임버(404)의 내주에 대해 압축가능한 튜브(420)를 압축하게 된다. 용적부(422)가 압축휠(408B,408C) 사이에 갇히게 되는데, 이 용적부(422)는 제1화학약품(101)과 같은 유체를 포함한다. 회전자(406)가 반시계방향으로 계속 회전함에 따라, 제1화학약품(101)의 용적부(422)는 출구(412) 쪽으로 밀려 나아가게 되고, 결국 출구(412) 밖으로 나가게 된다. 이로써, 제1화학약품(101)의 거의 연속적인 유동이 이루어질 수 있게 된다.

도 4b는 도 4a에 도시된 A부분에서 압축가능한 튜브(420)의 단면을 도시한 것으로, 초기에 압축가능한 튜브(420)의 단면은 대체로 원형이다. 튜브가 장시간 동안 연속적으로 압축됨에 따라 압축가능한 튜브(420)의 측벽이 변형되기 시작하여, 단면이 도 4c에 도시된 것처럼 타원형을 닮아가기 시작한다. 도 4c에 도시된 타원단면의 면적은 대체로 도 4b의 원형단면의 면적보다 작다. 튜브가 타원단면으로 변형되기 시작할 때, 두 압축휠 사이에 있는 용적부(422)는 감소되어서 회전마다 펌핑된 용적이 줄어든다.

도 4d는 도 4a에 도시된 B부분에서 압축가능한 튜브(420)의 단면을 도시한 것으로, 압축휠(408B)이 내부체임버(404)의 내벽에 대해 튜브(420)를 압축시킬 때 튜브(420)의 측벽은 서로 압착된다. 그 결과, 입자들이 튜브(420)의 벽으로부터 이동된다. 그 후에, 이동된 입자들은 펌핑되는 화학약품(예컨대 제1화학약품)으로 방출된다.

도 4e는 입자들이 튜브(420)의 측벽들 사이에서 압축될 때 모일 수 있는 입자들을 도시한 것으로, 본래의 입자(450)는 펌핑되는 화학기계적 평탄화용 슬러리 에 포함될 수 있는 연마입자와 같은 통상적인 입자들인데, 이 본래의 입자는 함께 모이는 경향을 갖고 있어 모여진 입자(460)를 형성하게 된다. 입자들이 튜브(420)의 측벽들 사이에서 압축될 때와 같이 모여진 입자(460)가 함께 압축되면, 입자들은 함께 연쇄적으로 이어질 수 있어 더욱 큰 연쇄입자(470)를 형성하게 된다.

도 5는 본 발명의 한 실시예에 따른 튜브프램형 펌프(500)를 도시한 도면으로서, 이 튜브프램형 펌프(500)는 중앙에 위치된 축(502)을 구비하고 이 축(502)에서 캠(504)이 회전한다. 왼쪽 슬라이드축(506)과 오른쪽 슬라이드축(508)이 캠(504)의 표면을 타고 움직인다. 캠이 회전함에 따라 오른쪽 및 왼쪽 슬라이드축(508,506)은 각각 오른쪽 및 왼쪽으로 미끄럼이동되어 오른쪽 튜브프램(510)과 왼쪽 튜브프램(도시되지 않음)을 각각 압축하게 된다. 오른쪽 튜브프램(510)은 입구(512)와 출구(514)에 연결되어 있다. 오른쪽 입구체크밸브(516)는 유체가 입구(512)에서 오른쪽 튜브프램(510)으로 흐르게 한다. 오른쪽 슬라이드축(508)이 오른쪽으로 밀어부쳐져 오른쪽 튜브프램(510)을 압축하

면, 오른쪽 튜브프램(510)내의 유체압력이 증가한다. 오른쪽 튜브프램(510)내의 압력이 증가함에 따라 오른쪽 입구체크밸브(516)가 폐쇄되고 오른쪽 출구체크밸브(518)가 개방되어, 가압된 유체가 출구(514) 밖으로 흐르게 된다. 오른쪽 슬라이드축(508)이 왼쪽으로 미끄럼이동함에 따라 오른쪽 튜브프램(510)은 자동적으로 오른쪽 슬라이드축(508)에 의해 압축되기 전의 형상으로 다시 돌아간다. 오른쪽 튜브프램(510)이 이전 형상으로 다시 돌아감에 따라 오른쪽 튜브프램(510)내의 압력이 감소하게 된다. 오른쪽 튜브프램(510)내의 압력이 감소하면, 오른쪽 출구체크밸브(518)가 폐쇄되고 오른쪽 입구체 크밸브(516)가 개방되어, 유체를 오른쪽 튜브프램(510)으로 배출하게 된다. 왼쪽 튜브프램(도시되지 않음)은 이 오른쪽 튜브프램(510)과 유사하게 작동한다. 튜브프램형 펌프는 미국, 매사추세츠주 01746, 홀리스톤, 5 보인톤 로드에 주소를 둔 이와키 왈켐(Iwaki Walchem)에서 구입할 수 있는 부품번호 CSP-05ED-BP-S01 또는 유사한 튜브프램형 펌프가 사용된다. 이러한 튜브프램형 펌프는 튜브프램(510)의 양쪽을 함께 완전히 압축하지 않기 때문에 회전형 펌프보다 바람직하다. 튜브프램(510)의 양쪽이 함께 압착되지 않기 때문에, 입자들이 상기 도 4e에 도시된 바와 같이 연쇄입자로 압착되지 않게 된다. 또한, 튜브프램(510)의 양쪽이 함께 압착되지 않기 때문에, 튜브프램(510)의 양쪽이 급속히 파손되지 않아서, 튜브프램(510)을 관통하는 유체 안의 입자들을 생성한다. 또, 튜브프램(510)의 양쪽이 함께 압착되지 않기 때문에, 튜브프램(510)의 양쪽이 전술된 회전형 펌프(400)에 있는 압축가능한 튜브(420)와 같이 급속히 타원단면으로 변형되지 않는다. 그러므로, 튜브프램형 펌프의 효율이 회전형 펌프(400)와 같이 급속히 손실되지 않는다. 한 실시예에서, 제1 및 제2펌프(214,234)는 15 내지 250ml/분의 유동속도 범위를 갖는다.

도 2a의 제어기(240)는 당해분야에서 잘 알려진 바와 같이 임의의 적당한 유형의 제어기이다. 이 제어기(240)는 전술된 바와 같이 입력을 받아들이고, 비례적분미분제어신호를 완성하며, 여러 제어가능한 장치들(예컨대, 펌프들(214,234)이나 밸브들(212,232) 등등)을 제어하는 출력을 생성하도록 될 수 있다. 한 실시예에서, 제어기(240)는 지멘스(Siemens) 또는 적당한 프로그램가능 논리제어기(PLC)의 생산자로부터 구입할 수 있는 것과 같은 프로그램가능 논리제어기로 될 수 있다. 선택 적으로, 제어기(240)는 개인용 컴퓨터와 같은 일반적인 유형의 컴퓨터시스템으로 될 수 있다.

도 6은 본 발명의 한 실시예에 따른 세 가지 화학약품을 사용하는 독립식 혼합시스템(600)과 유수(流水)시스템의 공정배관계장도이다. 세 가지 화학약품용 독립식 시스템을 도시하고 있지만, 아래에 설명된 시스템과 공정은 네 가지 이상의 화학약품에 대한 것으로 확장될 수도 있다. 제1화학약품(101)은 제1공급탱크(102)에 보관되며, 제2화학약품(103)은 제2공급탱크(104)에 보관되고, 제3화학약품(602)은 제3공급탱크(604)에 보관된다. 독립식 혼합기(610)는 이들 제1과 제2 및 제3화학약품(101,103,602)을 혼합하는 다수의 구성요소를 구비하고 있다. 이 독립식 혼합기(610)는 세 가지 화학약품 각각에 대해 2개의 공급밸브를 구비하는 바, 제1화학약품(101)에 대해서는 2개의 공급밸브(606A,606B)를 구비하고, 제2화학약품(103)에 대해서는 2개의 공급밸브(608A,608B)를 구비하며, 제3화학약품(602)에 대해서는 2개의 공급밸브(610A,610B)를 구비한다. 2개의 공급밸브쌍 중 어느 하나의 밸브가 고장나면 각각의 화학약품이 흐르는 것을 허용하지 않기 때문에, 2개의 공급밸브는 제1과 제2 및 제3화학약품(101,103,602)의 제어안전성을 더욱 향상시키게 된다.

제1과 제2 및 제3펌프(612,622,632)는 각각 제1과 제2 및 제3화학약품(101,103,602)을 펌핑하고, 제1과 제2 및 제3유동센서(614,624,634)는 제1과 제2 및 제3펌프(612,622,632)에서 나오는 제1과 제2 및 제3화학약품(101,103,602)의 유동을 감지한다. 제1과 제2 및 제3유동센서(614,624,634)로부터 나오는 제1과 제2 및 제3화학약품(101,103,602)의 유동은 네 가지 화학약품용 혼합기(630)에 있는 각 각의 투입부로 들어가서, 제1과 제2 및 제3화학약품(101,103,602)은 네 가지 화학약품용 혼합기(630)에서 혼합될 수 있다. 이 독립식 혼합시스템(600)은 혼합물센서(640)도 구비하여 혼합기(630)로부터 나오는 혼합물을 감시하게 된다.

또한, 상기 독립식 혼합시스템(600)은 탈이온화수시스템을 구비하는 바, 이 탈이온화수시스템은 탈이온화수공급부(650)와 더불어 4개의 탈이온화수공급밸브(652,654,656,658)를 갖추고 있다. 탈이온화수는 독립식 혼합시스템(600)의 상이한 부분들을 씻어내는 데에 이용된다. 예컨대, 제1화학약품을 독립식 혼합시스템(600)에서 씻어보내야 한다면, 2개의 공급밸브(606A,606B)가 폐쇄된 다음, 탈이온화수공급밸브(652)가 개방되어 탈이온화수가 제1펌프(612)와 제1유동센서(614) 및 혼합기(630)를 통해 흘러서 혼합기(630)의 배출부 밖으로 흐를 수 있다.

전술된 실시예들을 염두에 두고서, 본 발명이 컴퓨터시스템에 저장된 데이터를 포함하면서 다양하게 컴퓨터로 이행되는 작업에 사용될 수 있음을 이해해야 하는데, 상기 작업들은 물리적인 양의 물리적인 조작을 필요로 하고, 필수 불가결하지는 않지만 통상적으로 이들 양은 저장되고 전달되며 조합되고 비교되며 다르게 다루어질 수 있는 전기신호 또는 자기신호의 형태를 가질 수 있다. 또한, 이행된 조작은 종종 생성이나, 확인, 측정, 또는 비교와 같은 용어로 불리워진다.

한편, 도 2b 내지 도 2d의 단계로 나타내어진 항목은 도시된 순서대로 이행될 필요가 없으며, 단계로 나타내어진 모든 공정은 본 발명을 실시하는 데에 반드시 필요한 것은 아니다. 또한, 도 2b 내지 도 2e에 설명된 방법도 제어기(240)의 기억시스템에 저장된 소프트웨어에서 이행될 수 있다.

전술한 본 발명이 이해를 명확히 하기 위해 상세히 설명되었지만, 임의의 변형과 응용이 첨부된 청구범위의 범주내에서 이루어질 수 있다. 따라서, 상기 실시예들은 제한하기 위한 것이 아니라 도해하기 위한 것으로 간주되어야 하며, 본 발명은 여기에 주어진 설명에 한정되지 않고서 청구범위의 범주내에서 동등하게 응용될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.
제1화학약품을 사용지점으로 펌핑하는 단계와,

제1펌프로부터 나오는 제1화학약품의 유동속도를 감시하는 단계,

제2화학약품을 사용지점으로 펌핑하는 단계와,

제2펌프로부터 나오는 제2화학약품의 유동속도를 감시하는 단계,

제1 및 제2화학약품의 혼합에 대한 요구시 혼합기로 흐르는 제1 및 제2화학약품의 유동을 제어하는 단계 및,

혼합물을 화학기계적 평탄화처리구로 배출하는 단계를 포함하는 화학기계적 평탄화시스템을 위한 둘 이상의 화학약품을 혼합하는 방법.

청구항 2.
제1항에 있어서, 상기 혼합기로 흐르는 제1 및 제2화학약품의 유동을 제어하는 단계는 혼합물의 양상에 따라 혼합기의 유동속도를 제어하는 단계를 포함하는, 화학기계적 평탄화시스템을 위한 둘 이상의 화학약품을 혼합하는 방법.

청구항 3.
제2항에 있어서, 상기 혼합물의 양상은 혼합물의 pH수준을 포함하는, 화학기계적 평탄화시스템을 위한 둘 이상의 화학약품을 혼합하는 방법.

청구항 4.
제1항에 있어서, 상기 혼합기로 흐르는 제1 및 제2화학약품의 유동을 제어하는 단계는 제1화학약품의 유동속도에 따라 혼합기로부터 나오는 혼합물의 유동속도 를 제어하는 단계를 포함하는, 화학기계적 평탄화시스템을 위한 둘 이상의 화학약품을 혼합하는 방법.

청구항 5.
제1항에 있어서, 상기 혼합기로 흐르는 제1 및 제2화학약품의 유동을 제어하는 단계는 제2화학약품의 유동속도에 따라 혼합기로부터 나오는 혼합물의 유동속도를 제어하는 단계를 포함하는, 화학기계적 평탄화시스템을 위한 둘 이상의 화학약품을 혼합하는 방법.

청구항 6.
제1항에 있어서, 상기 혼합기로 흐르는 제1 및 제2화학약품의 유동을 제어하는 단계는 제1화학약품의 제1설정량에 따라 혼합기로부터 나오는 혼합물의 유동속도를 제어하는 단계를 포함하는, 화학기계적 평탄화시스템을 위한 둘 이상의 화학약품을 혼합하는 방법.

청구항 7.
제1항에 있어서, 상기 혼합기로 흐르는 제1 및 제2화학약품의 유동을 제어하는 단계는 제2화학약품의 제2설정량에 따라 혼합기로부터 나오는 혼합물의 유동속도를 제어하는 단계를 포함하는, 화학기계적 평탄화시스템을 위한 둘 이상의 화학약품을 혼합하는 방법.

청구항 8.
제1항에 있어서, 상기 제1화학약품을 펌핑하는 단계는 임의의 압력변동을 감소시키도록 압력을 조절하는 단계를 포함하는, 화학기계적 평탄화시스템을 위한 둘 이상의 화학약품을 혼합하는 방법.

청구항 9.
제1화학약품공급부에 연결된 투입부를 갖춘 제1펌프와,

이 제1펌프의 배출부에 연결된 제1유동센서,

제2화학약품공급부에 연결된 투입부를 갖춘 제2펌프,

이 제2펌프의 배출부에 연결된 제2유동센서,

상기 제1 및 제2유동센서의 배출부에 연결된 투입부들을 갖춘 혼합기 및,

상기 제1 및 제2유동센서로부터 신호를 받아들이면서 제1 및 제2펌프와 혼합기를 위한 제어신호를 발생하도록 되어 있으며, 화학기계적 평탄화처리구로부터의 요구시 제1 및 제2화학약품의 혼합물을 발생시키도록 되어 있는 제어기를 구비한 화학기계적 평탄화시스템.

청구항 10.
제9항에 있어서, 상기 혼합기의 배출부에 연결된 혼합물센서와 제어기에 연결된 입력부를 추가로 구비하는 화학기계적 평탄화시스템.

청구항 11.
제10항에 있어서, 상기 혼합물센서는 pH센서인 화학기계적 평탄화시스템.

청구항 12.
제9항에 있어서, 상기 제어기는 제1제어밸브의 제어입력부에 연결된 제1출력부와, 제2제어밸브의 제어입력부에 연결된 제2출력부, 상기 제1유동센서의 배출부에 연결된 제1입력부, 상기 제2유동센서의 배출부에 연결된 제2입력부 및, 제어기 구(scheme)를 구비하는 화학기계적 평탄화시스템.

청구항 13.
제9항에 있어서, 상기 제어기구는 비례적분미분(PID)제어를 포함하는 화학기계적 평탄화시스템.

청구항 14.
제9항에 있어서, 상기 혼합기는 제1유동센서의 배출부와 혼합물다기관 사이에 연결된 제1제어밸브와, 제2유동센서의 배출부와 혼합물다기관 사이에 연결된 제2제어밸브 및, 혼합물다기관과 혼합물분배기 사이에 연결된 혼합물배출부제어밸브를 구비하는 화학기계적 평탄화시스템.

청구항 15.
제9항에 있어서, 상기 제1펌프는 압력조절기를 구비하는 화학기계적 평탄화시스템.

청구항 16.
제9항에 있어서, 상기 펌프는 튜브프램형 펌프를 포함하는 화학기계적 평탄화시스템.

청구항 17.
제9항에 있어서, 상기 펌프는 회전형 펌프를 포함하는 화학기계적 평탄화시스템.

청구항 18.
제9항에 있어서, 상기 펌프는 15 내지 250ml/분의 배출용량을 갖는 화학기계 적 평탄화시스템.

청구항 19.
제9항에 있어서, 상기 펌프는 적은 수의 연쇄입자를 생성하는 화학기계적 평탄화시스템.

청구항 20.
제1화학약품공급부에 연결된 투입부를 갖춘 제1펌프와,

이 제1펌프의 배출부에 연결된 제1유동센서,

제2화학약품공급부에 연결된 투입부를 갖춘 제2펌프,

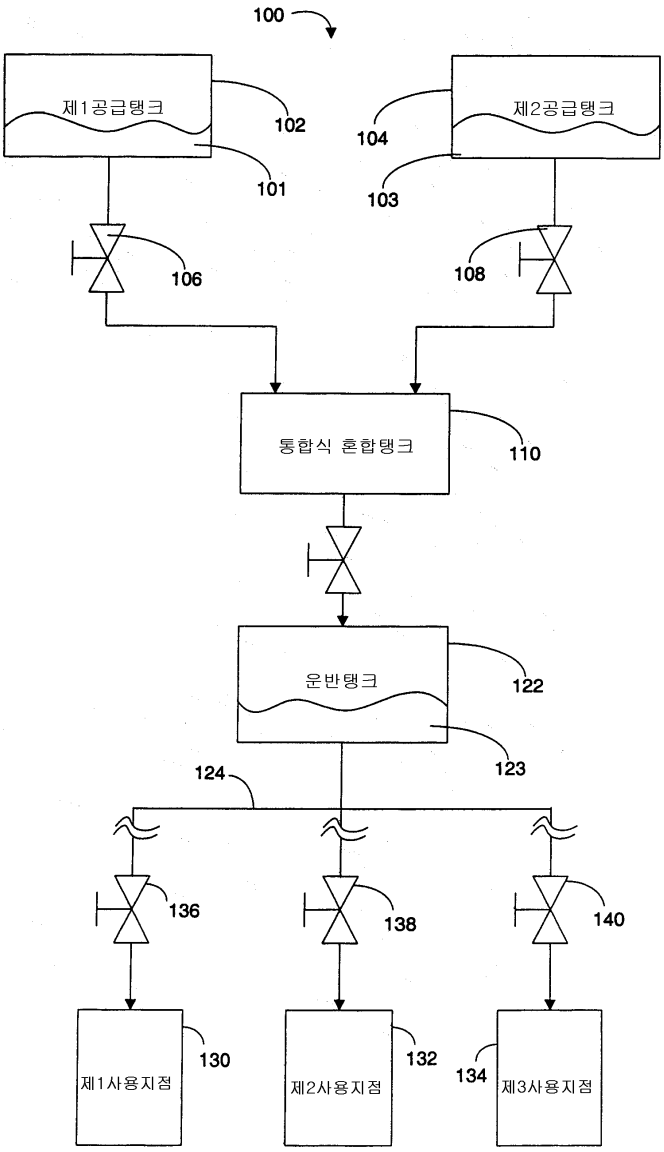
이 제2펌프의 배출부에 연결된 제2유동센서,

상기 제1 및 제2유동센서의 배출부에 연결된 투입부들을 갖춘 혼합기 및,

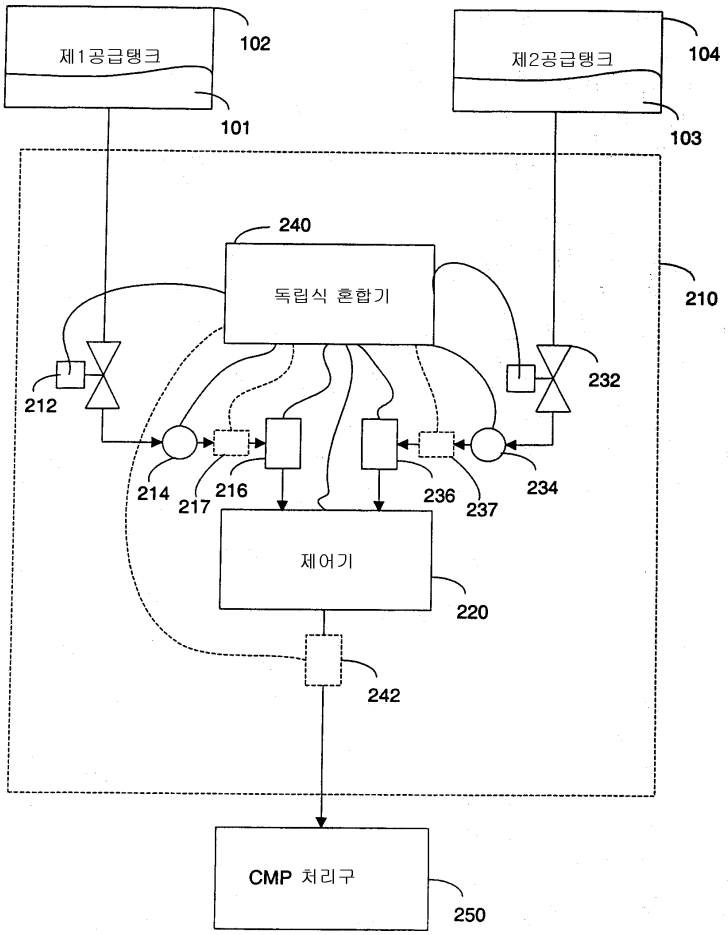
상기 제1 및 제2유동센서로부터 신호를 받아들이면서 제1 및 제2펌프와 혼합기를 위한 제어신호를 발생하도록 되어 있으며, 화학기계적 평탄화처리구로부터의 요구시 제1 및 제2화학약품의 혼합물을 발생시키도록 되어 있는 제어기를 구비한 혼합시스템.

도면

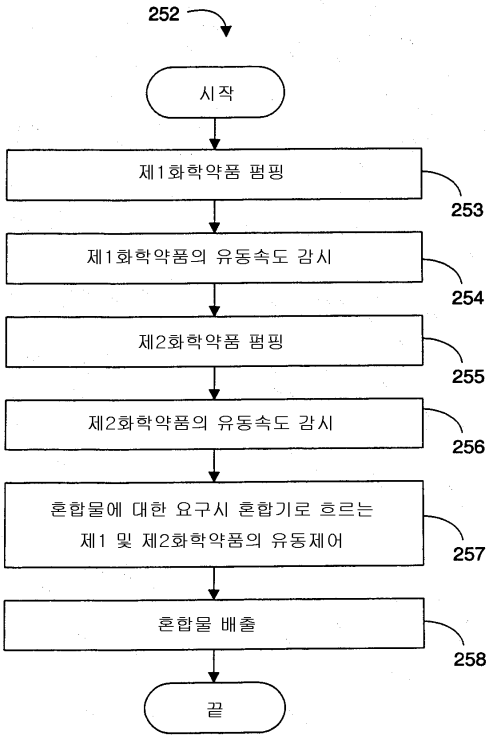
도면1



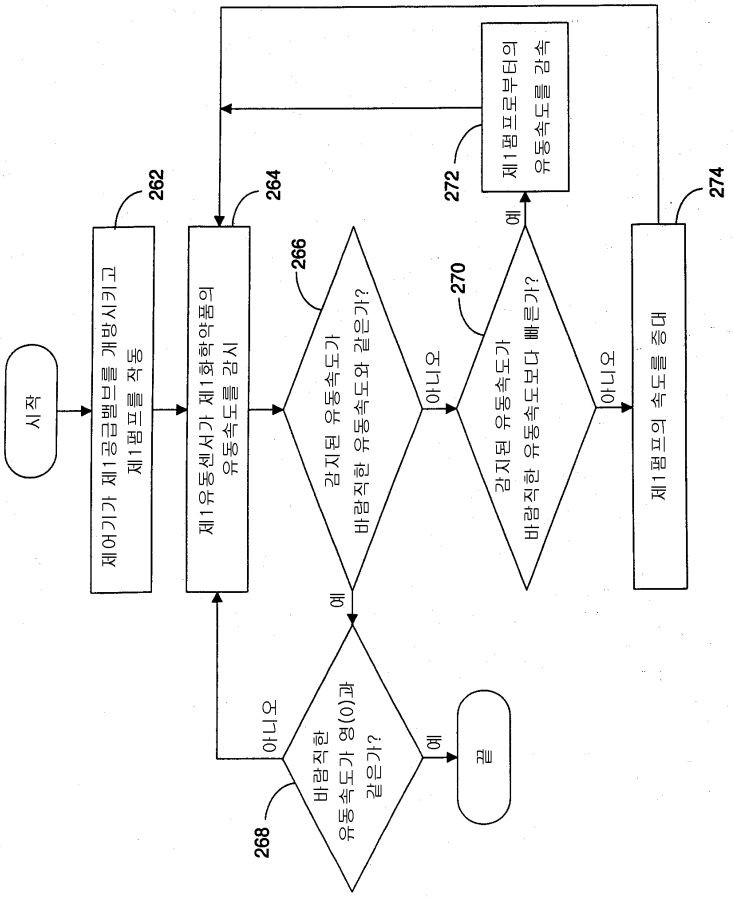
도면2a


제1공급탱크
102
101
제2공급탱크
104
103
240
독립식 혼합기
210
212
232
214
216
217
236
237
234
제어기
220
242
CMP 처리구
250

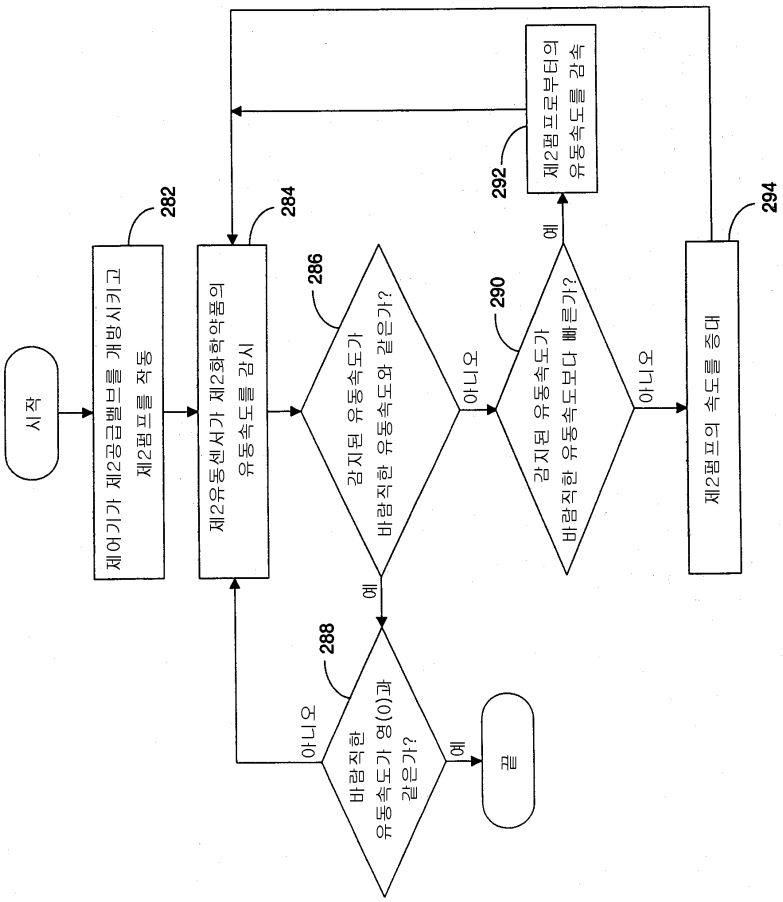
도면2b


252
시작
제1화학약품 펌핑
253
제1화학약품의 유동속도 감시
254
제2화학약품 펌핑
255
제2화학약품의 유동속도 감시
256
혼합물에 대한 요구시 혼합기로 흐르는
제1 및 제2화학약품의 유동제어
257
혼합물 배출
258
끝

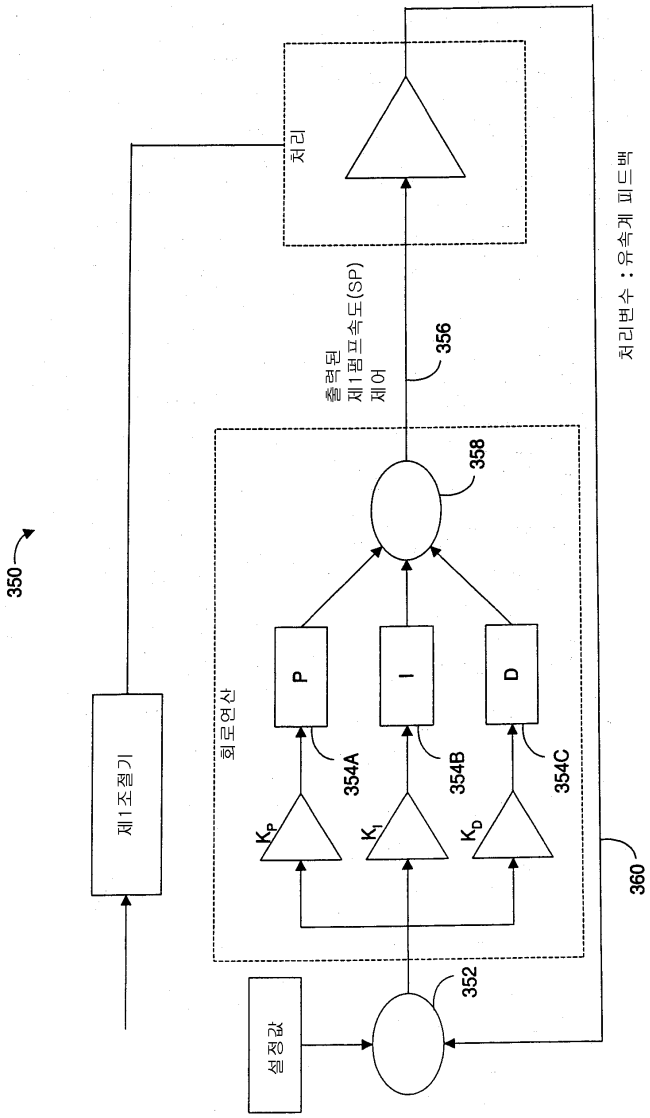
도면2c


시작
제어기가 제1공급밸브를 개방시키고 제1펌프를 작동
262
제1유동센서가 제1화학약품의 유동속도를 감시
264
감지된 유동속도가 바람직한 유동속도와 같은가?
266
아니오
예
감지된 유동속도가 바람직한 유동속도보다 빠른가?
270
아니오
예
제1펌프의 속도를 증대
274
제1펌프로부터의 유동속도를 감속
272
바람직한 유동속도가 영(0)과 같은가?
268
아니오
예
끝

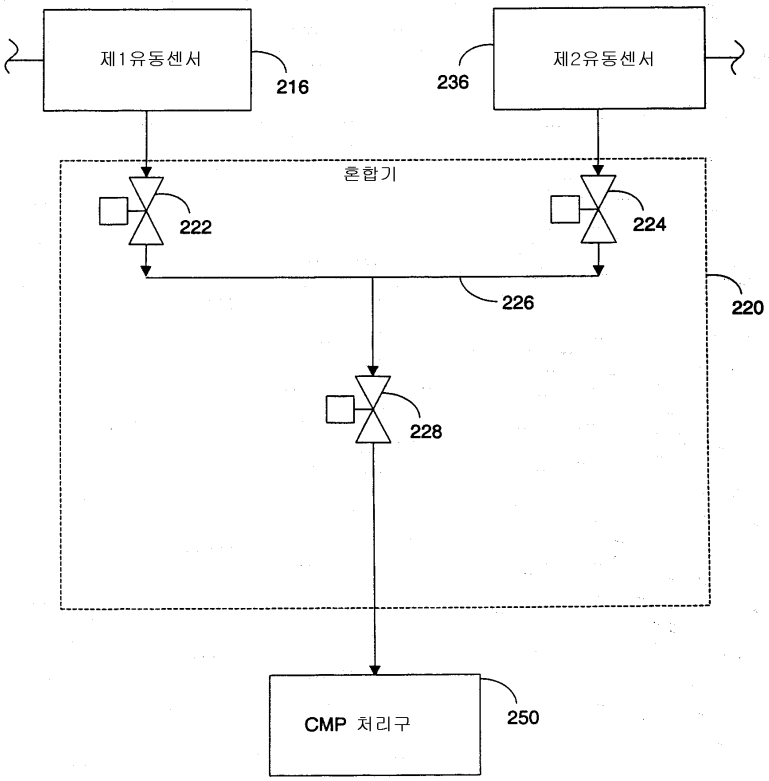
도면2d


시작
제어기가 제2공급밸브를 개방시키고 제2펌프를 작동
282
제2유동센서가 제2화학약품의 유동속도를 감시
284
감지된 유동속도가 바람직한 유동속도와 같은가?
286
아니오
예
감지된 유동속도가 바람직한 유동속도보다 빠른가?
290
아니오
예
제2펌프의 속도를 증대
294
제2펌프로부터의 유동속도를 감속
292
바람직한 유동속도가 영(0)과 같은가?
288
아니오
예
끝

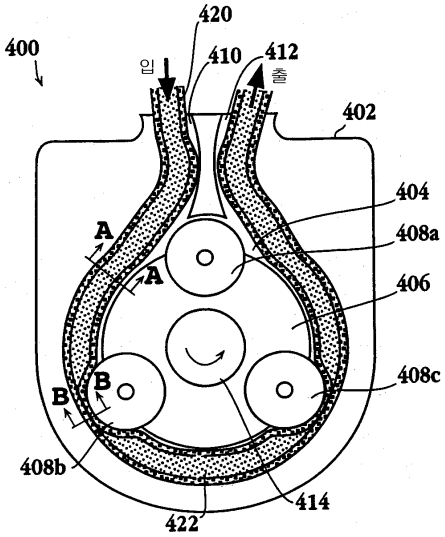
도면2e


350
제1조절기
회로연산
P
I
D
354A
354B
354C
K_P
K_I
K_D
358
356
352
360
설정값
출력된
제1펄프속도(SP)
제어
처리
처리변수 : 유속계 피드백

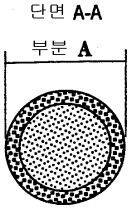
도면3



도면4a

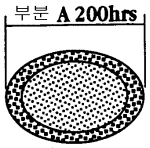


도면4b



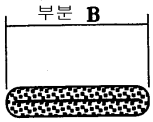
도면4c

단면 A-A

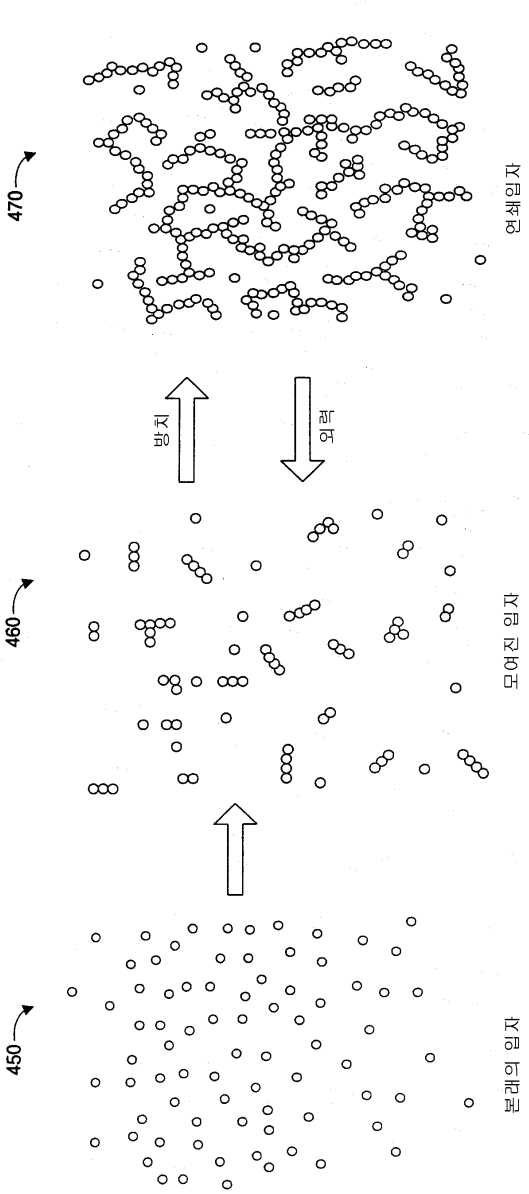


도면4d

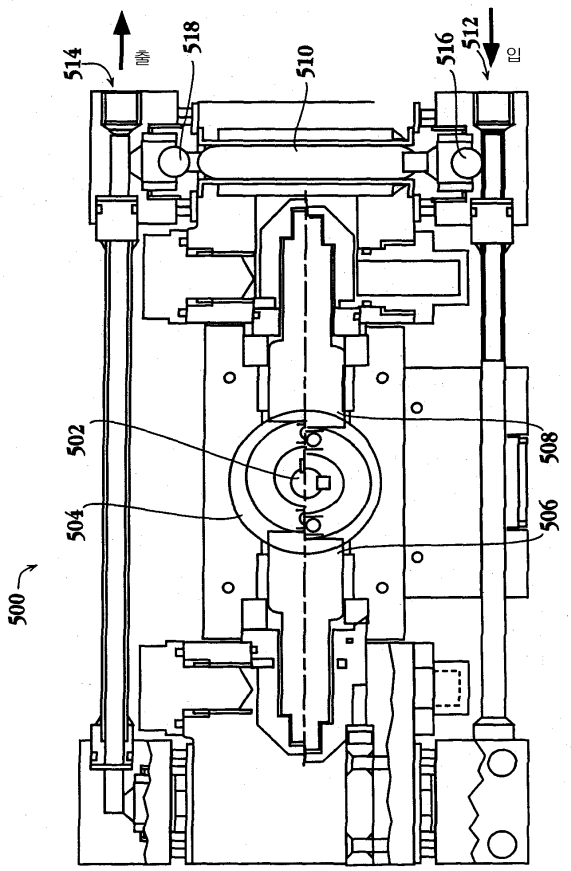
단면 B-B



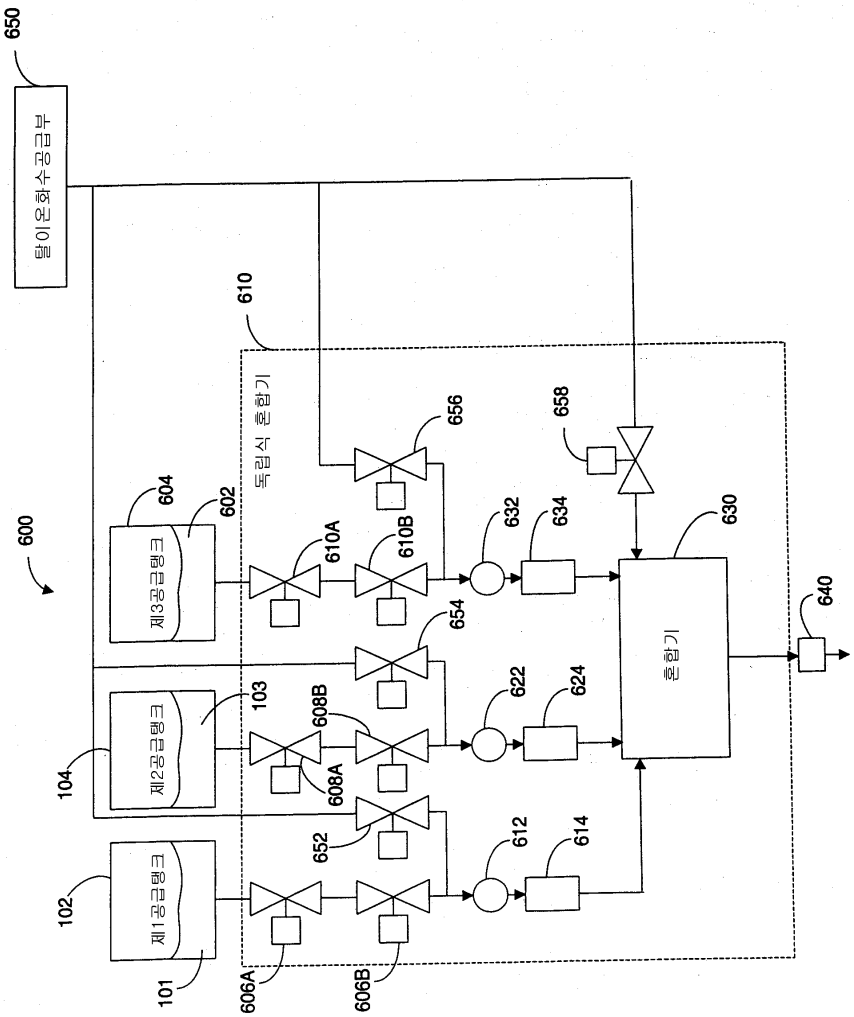
도면4e



도면5



도면6


650
탈이온화수공급부
610
독립식 혼합기
600
656
658
604
602
610A
610B
632
634
630
640
제3공급탱크
654
103
608B
622
624
혼합기
104
608A
652
612
614
102
제1공급탱크
101
606A
606B