



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0112073
(43) 공개일자 2007년11월22일

- | | |
|--|--|
| <p>(51) Int. Cl.
<i>G02F 1/167</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2007-0048906</p> <p>(22) 출원일자 2007년05월18일
심사청구일자 없음</p> <p>(30) 우선권주장
11/419,471 2006년05월19일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
제록스 코포레이션
미합중국 커넥티컷 스탠포드 룽리지 로드 800</p> <p>(72) 발명자
초프라 네이븐
캐나다 온타리오 엘6에이취 6에스7 오크빌 러빈뷰
웨이 391
다니엘 위르젠 에이취.
미국 캘리포니아주 94131 샌 프란시스코 크레스트
라인 드라이브16 #7
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
이범래</p> |
|--|--|

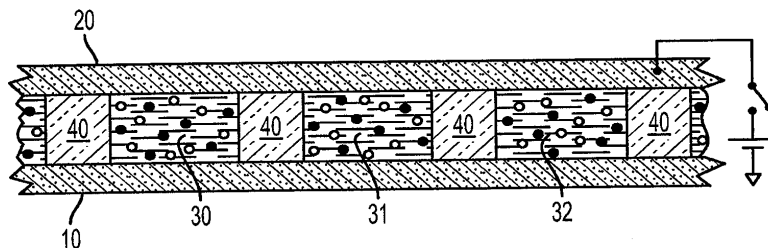
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 전기영동 디스플레이 매체, 장치 및 이러한 장치를사용하는 영상 디스플레이 방법

(57) 요약

본 발명은 전기영동 디스플레이 장치에 관한 것이다. 더욱 구체적으로, 본 발명은 전기장 유도 하전이 가능한 착색제 입자를 함유하는 전기영동 디스플레이 장치에 관한 것이다. 본 발명의 전기영동 디스플레이 장치는 완전 컬러 영상을 포함한 영상을 생성할 수 있다. 본 발명의 전기영동 디스플레이 장치는 임의의 디스플레이 분야에 사용이 가능하며, 특히 디스플레이된 영상이 변화될 수 있는 디스플레이 분야, 예를 들면, 영상 재형성 용지 (reimageable paper), 전자 서적, 전자 신호계, 시계, 모니터 및/또는 휴대폰 디스플레이 등에 사용될 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

크루서 브렌트 에스.

미국 캘리포니아주 94536 프레몬트 코니쉬 드라이브 35215

양 산-밍

캐나다 온타리오 엘5비 2에이취4 미씨쏘가 아그네스 스트리트1212 유닛 503

카츠마이어 피터 엠.

캐나다 온타리오 엘5엘 1이5 미씨쏘가 카운슬 링 로드 2421

이프타임 가브리엘

캐나다 온타리오 엘5엔 4티1 미씨쏘가 가니메테 로드 6629

특허청구의 범위

청구항 1

적어도 하나가 투명한 도전성 기관들 사이의 디스플레이 매체를 함유하는 다수의 개별 저장소를 포함하는 전기영동 디스플레이 장치로서,

디스플레이 매체가 유전성 유체 중의 1종 이상의 착색 입자를 포함하고 전기 전도도가 약 10^{-11} 내지 약 10^{-15} S/m 이며, 다수의 개별 저장소가 저장소를 분리시키는 벽을 갖는 단일 격자로 한정되는, 전기영동 디스플레이 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <10> 본 발명은 전기영동 디스플레이 장치에 관한 것이다. 더욱 구체적으로, 본 발명은 전기장 유도 하전이 가능한 착색제 입자를 함유하는 전기영동 디스플레이 장치에 관한 것이다. 본 발명의 전기영동 디스플레이 장치는 완전 컬러 영상을 포함한 영상을 생성할 수 있다. 본 발명의 전기영동 디스플레이 장치는 임의의 디스플레이 분야에 사용이 가능하며, 특히 디스플레이된 영상이 변화될 수 있는 디스플레이 분야, 예를 들면, 영상 재형성 용지(reimageable paper), 전자 서적, 전자 신호계, 시계, 모니터 및/또는 휴대폰 디스플레이 등에 사용될 수 있다.
- <11> 전기장 유도 하전의 이점 중 하나는, 디스플레이의 착색된 입자들이 영상을 표시할 때 잠재적으로 훨씬 더 낮은 에너지 비용으로 전기장에 보다 신속하고 확실하게 반응하게 될 수 있다는 것이다. 이로 인해 전기영동 디스플레이 장치가 모니터와 같이 신속한 영상 스위칭 용량을 필요로 하는 디스플레이에 사용되어질 수 있다.
- <12> 전기영동 디스플레이는 당업계에 잘 알려져 있다. 일반적으로 전기영동 디스플레이는 비중을 맞춘 투명 또는 유색의 액체 중에 콜로이드 분산되고 2개의 평행하고 투명한 도전성 전극 패널을 포함하는 셀 안에 함유된 1 또는 2종의 하전된 안료 입자들의 현탁액을 포함한다. 하전된 입자들은 전기장의 영향하에 전극 패널들 사이로 이동하므로 전기장을 전극에 적절하게 인가함으로써 영상을 표시하게 할 수 있다. 정보 제공과 영상 표시를 위한 수단으로서의 전기영동 디스플레이의 이점은 잘 인식되어 있다.
- <13> 이와 같이, 전기영동 디스플레이는 절연 유체 내에 현탁된 하전 입자들이 전기장의 영향하에 이동하는 것에 기초를 둔다. 지금까지 이러한 디스플레이에 사용된 입자들은 비수성 디스플레이 분산액의 제조 중에 이온 분해가 가능한 전하 제어제를 유전성 유체에 첨가함으로써 하전되어 왔다. 사용된 전하 제어제의 예로는 비스-(2-에틸헥실) 나트륨 설포석시네이트 및 염기성 바륨 페트로네이트(BBP)가 있다. 유전성 유체 내에서 전하 제어제가 양이온 및 음이온 성분으로 분해되면 입자들에 의해 어느 한 극성의 이온이 우세하게 표면 흡수되게 된다. 이로써 입자들은 하전되게 된다. 생성된 분산액은 하전 입자, 과량의 자유 이온 및 카운터-이온을 포함한 입자들의 복합적 혼합물을 함유한다. 과량의 자유 이온의 존재로 인해 이러한 전기영동 디스플레이 잉크는 높은 전기 전도도를 갖는 것이 특징이다. 전도도는 첨가된 전하 제어제의 농도와 함께 증가하며 유전성 유체에 비해 전형적으로 100 내지 1000배 더 높다. 잉크의 높은 전도도는 전력 소모의 증가와 디스플레이 스위칭 속도의 감소를 초래한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <14> 영상을 표시하기 위한 기존의 전기영동 디스플레이 장치, 조성물 및 방법들은 그들의 의도된 목적에는 적합하지만, 장시간 동안 안정하게 유지되고 영상, 특히 완전 컬러 영상을 확실하고 신속하게 표시하고/하거나 변화시키는 전기영동 디스플레이에 대한 요구는 여전히 남아있다.

발명의 구성 및 작용

- <15> [양태]

- <16> 디스플레이 장치의 구조
- <17> 디스플레이 매체를 포함할 수 있는 전기영동 디스플레이 장치의 구조를 우선 설명하겠다. 그러나 본 명세서에서 설명되는 전기영동 디스플레이 매체의 용도가 반드시 이러한 양태에 제한되는 것은 아니며, 임의의 다른 적합한 전기영동 디스플레이 장치도 제한 없이 사용될 수 있다. 본 명세서에 특정하게 설명되지는 않았으나 본 발명의 디스플레이 매체와 함께 사용될 수 있는 적합한 전기영동 디스플레이 장치의 예가 미국 특허공보 제 6,788,449호에 개시되어 있다.
- <18> 도 1에 도시된 바와 같이, 전기영동 디스플레이 장치의 한 양태는 서로 마주보도록 배치된 2개의 도전성 기관(10 및 20)과, 그들 사이에 놓인 전기영동 또는 디스플레이 층(40)을 포함한다. 디스플레이 층은 예컨대 약 5 내지 약 1,000 μm , 구체적으로는 약 10 내지 약 500 μm 또는 약 20 내지 약 350 μm 의 두께를 가질 수 있다.
- <19> 층(40)은 유체와 착색 입자들로 이루어진 디스플레이 매체(30, 31 및 32)를 각각 함유하는 다수의 개별적 저장소를 한정하는 스페이서(spacer)를 포함한 층으로 이루어질 수 있다. 다수란, 예를 들면, 약 2 내지 약 100,000,000개 또는 잠재적으로는 그 이상, 구체적으로는 약 100 내지 약 50,000,000개 또는 약 1,000 내지 약 1,000,000개를 의미한다. 따라서, 예컨대 다수의 저장소 각각이 가로 약 100 μm 인 경우 1,000 \times 1,000개의 저장소(또는 약 4인치 \times 4인치의 디스플레이)의 구획은 약 1,000,000개의 총 저장소를 가질 것이다. 이에 대해 각각의 저장소는 장치의 화소에 상응한다고 생각될 수 있다. 저장소란 디스플레이 매체를 함유하거나 함유할 수 있는 임의의 유닛을 의미하며, 그 예로는 하나의 시트 내 또는 2장의 시트(캡슐 또는 미세캡슐이 시트 또는 층이다) 사이에 형성된 스페이서 장치, 포켓, 캐비티 또는 기포에 의해 분리된 유닛 등을 포함한다.
- <20> 도 1의 양태에서, 입자들은 한 그룹의 흑색 입자와 한 그룹의 백색 입자를 포함하는 것으로 보인다. 그러나, 아래에 더 상세히 설명하겠지만 입자들은 서로 다르게 착색된 하나 이상 또는 다수의 입자 그룹, 예를 들면, 1 내지 약 10개의 입자 그룹, 구체적으로는 1 내지 약 6개의 입자 그룹 또는 약 2 내지 약 4개의 입자 그룹으로 이루어질 수도 있다.
- <21> 전기영동 디스플레이 장치의 도전성 기관으로는, 현재 사용되고 있는 공지의 재료나 앞으로 당업계에서 사용될 수 있는 재료를 포함하는 임의의 적합한 재료를 제한 없이 사용할 수 있다. 하나 이상의 도전성 기관, 특히 장치에 의해 형성된 영상을 조망할 수 있게 하는 상부의 도전성 기관은 이러한 조망이 가능하도록 투명해야 한다. 필요에 따라서는 두 기관 모두 투명할 수 있다. 저부 또는 배면 기관은 투명하지 않아도 되며, 예를 들면, 광 반사 또는 광 흡수성 재료일 수 있다. 사용 가능한 적합한 재료로는 도전성 중합체 필름, 예를 들면, 인듐 주석 옥사이드(ITO)와 같은 투명한 도전성 재료로 피복된 중합체 필름, 예컨대 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 필름[예: 밀라(MYLAR)(듀폰)], 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN) 필름, 폴리에테르설폰(PES) 필름 등, IPO 피복 유리나 같은 도전성 유리 필름, 및 도전성 박막 금속을 들 수 있다. 투명성을 위해서는 ITO 피복 중합체 필름 및 유리가 적합하다. 기관은 유연성 또는 경성 기관일 수 있다.
- <22> 스페이서 층이 사이에 끼워진 기관들은 전기영동 디스플레이 장치의 전체 길이와 폭에 상응하는 길이 및 폭을 가질 수 있다. 따라서, 기관은 디스플레이 장치의 개별적 저장소 위에 분리된 조각으로서 존재하는 것이 아닌 연속된 하나의 필름일 수 있다. 그러나, 다수의 분리된 기관들도 사용이 가능하다. 기관은 가능한 한 얇으면서도 여전히 적절한 도전 특성과 구조적 일체성을 유지하도록 만들어질 수 있다. 예로서, 기관은 약 10 내지 약 500 μm , 구체적으로 약 10 내지 약 250 μm 또는 약 20 내지 약 100 μm 의 높이 또는 두께를 가질 수 있다.
- <23> 도전성 기관들 사이에는 다수의 개별적 저장소들(30, 31, 32)이 함유될 수 있으며, 이들 각각은 아래에 더욱 상세히 설명되는 디스플레이 매체로 충전된다. 각각의 개별적 저장소는 전기영동 디스플레이 장치의 하나의 용기 및/또는 셀을 한정한다.
- <24> 일부 양태에서, 스페이서는 개별적 저장소들을 서로 분리시켜서 유지하기 위해 사용될 수 있다. 어떠한 적합한 스페이서도 사용이 가능하다. 예를 들면, 스페이서는 미국 특허공보 제2003-0132925 A1호에 설명된 형태의 것일 수 있다. 개별적 저장소의 폭 및/또는 직경은, 예를 들면, 약 5 내지 약 400 μm , 구체적으로는 약 5 내지 약 200 μm 또는 약 5 내지 약 50 μm 일 수 있다. 또한, 스페이서 층(40)은 서로 다르게 착색된 디스플레이 매체를 갖는 포켓 시트들이 함께 적층된 경우와 같이 1개 이상의 층/시트, 예를 들면, 2 내지 약 8개의 층 또는 약 2 내지 약 4개의 층으로 구성될 수 있다.
- <25> 저장소 내에 사용되는 디스플레이 매체는 기능을 수행하기 위해서 저장소의 폭/직경보다 더 작은 크기를 갖는 입자들을 함유한다.

- <26> 스페이서 층이 다수의 개별적 저장소들로 이루어진 경우, 다수의 저장소들을 분리시키는 스페이서의 고품체 부분, 즉 스페이서 층의 개별적 저장소들 사이의 구간 또는 구획은 가능한 한 얇은 것이 바람직하다. 바람직한 구간/구획의 두께는, 예를 들면, 약 10 내지 약 100미크론, 구체적으로는 약 10 내지 약 75미크론 또는 약 15 내지 약 50미크론이다.
- <27> 디스플레이 장치는, 필요에 따라, 임의의 적합한 총 길이와 폭을 가질 수 있다. 또한, 전기영동 디스플레이 장치는 임의의 바람직한 높이를 갖도록 만들어질 수 있으나, 장치의 크기와 사용의 용이성을 고려할 때 약 30 내지 약 1,000미크론, 예를 들면, 약 30 내지 약 400미크론 또는 약 50 내지 약 300미크론의 총 높이가 사용될 수 있다.
- <28> 전기영동 디스플레이 장치의 제조에서는, 스페이서 층의 저장소(예: 포켓)를 디스플레이 매체로 충전시키고, 스페이서 층을 제1 또는 저부 도전성 기판 위에 배치한다. 저장소의 충전 및 기판 위의 스페이서의 배치는 임의의 적합한 순서로 수행될 수 있다. 일부 양태에서 스페이서 층은 임의의 적합한 방법에 의해 제1 도전성 기판 또는 중간 필름에 물리적으로 부착될 수 있다. 편의를 위해서는 접착제를 사용할 수 있으나 도전성 필름의 스퍼터링 증착과 같은 다른 부착 방법도 사용 가능하다. 저장소를 디스플레이 매체로 충전시키고 스페이서를 제1 도전성 기판 위에 배치하였으면, 제2 또는 상부 도전성 기판을 스페이서 층 위에 배치한다. 비-포켓 저장소 및/또는 임의의 중간 층을 포함하지 않는 디스플레이에서는 이것이 저장소를 밀봉시키는 역할을 할 수 있다. 필요에 따라서는 제1 및 제2 기판을 역순으로 스페이서 층에 인접 배치할 수 있고, 또한, 예를 들면, 스페이서 층이 디스플레이 매체로 충전된 개별적으로 동봉된 포켓들의 시트를 포함하는 경우에는 스페이서 층에 동시에 결합시킬 수도 있다. 역시, 제2 도전성 기판의 스페이서 층에의 배치도 필요에 따라서 접착제를 사용하는 방법을 포함하는 임의의 적합한 수단에 의해 수행할 수 있다. 필요에 따라, 스페이서 층과 도전성 기판 사이에 추가의 중간 층들을 포함시킬 수 있으며, 따라서 상술한 바와 같은 배치 및/또는 부착은 스페이서를 도전성 기판에 직접 부착하거나 결합시키는 방법이 아니어도 된다.
- <29> 일부 양태에서, 디스플레이 장치는 유연성을 갖도록 만들어질 수 있다. 이 양태에서 기판들은 각각 유연성 중합체 필름으로 이루어지고 스페이서는 적어도 하나의 기판 위에 격자 패턴을 포함한다. 격자 패턴은 하나 또는 둘 모두의 중합체 필름 기판과 일체화될 수 있다. 일체화란, 예를 들면, 디스플레이 장치의 개별적 셀들을 분리시키는 격자 패턴 벽 또는 측벽이 중합체 필름 기판과 동일한 재료로 이루어지고 동일한 성형 단계에서 중합체 필름과 함께 형성됨을 의미한다. 유연성을 위하여 각각의 필름은 약 5 내지 약 75 μm , 구체적으로는 약 10 내지 약 50 μm 또는 약 10 내지 약 30 μm 의 두께를 가질 수 있다. 연결된 필름들을 포함한 전체적 장치는 150 μm 미만, 예를 들면, 약 10 내지 약 150 μm 또는 약 20 내지 약 75 μm 의 두께를 가질 수 있다.
- <30> 격자 패턴의 개별적 저장소의 폭 및/또는 길이는, 바람직하게는 약 5미크론 내지 약 200미크론, 예를 들면, 약 5 내지 약 100미크론 또는 약 10 내지 약 100미크론이다. 명백하게, 저장소 내에 사용되는 디스플레이 매체는 기능을 수행하기 위해서 저장소의 폭/길이보다 더 작은 크기를 갖는 입자들을 함유한다. 다수의 저장소들을 분리시키는 격자의 고품체 부분, 다시 말해 벽은 가능한 한 얇은 것이 바람직하다. 약 10미크론 내지 약 100미크론, 예를 들면, 약 15 내지 약 50미크론 범위의 구획 두께가 사용될 수 있다.
- <31> 격자 패턴이 형성된 필름은 디스플레이 매체로 충전된 격자 벽에 의해 한정된 셀들을 갖고, 이어서 디스플레이 매체-함유 필름을 다른 유연성 중합체 필름 기판, 예를 들면, 격자 패턴을 갖지 않는 필름 또는 그 자체에 격자 패턴을 갖는 필름에 연결시키고 동일한 디스플레이 매체로 충전시킨다. 연결은 임의의 방법, 예를 들면, 열 밀봉 및/또는 접착제를 사용하는 방법에 의해 달성될 수 있다. 접착제를 사용하는 경우, 접착제는 연결 공정 중에 격자의 셀 내에 디스플레이 매체가 유지되도록 하기 위해서 디스플레이 매체에 반발 작용을 가질 수 있다. 예를 들면, 디스플레이 매체가 소수성인 경우에는 친수성 특성을 갖는 접착제를 사용할 수 있다.
- <32> 격자 패턴이 형성된 유연성 중합체 필름을 형성하기 위해서는 먼저 성형(미세성형)을 위한 마스터(master)를 제조한다. 이것은 임의의 적합한 기술에 의해 달성되는데, 예를 들면, 유리와 같은 기판 위에 놓인 SU-8[스핀-온-에폭시(spun-on epoxy), 제조원: 마이크로켄 코포레이션(Microchem Corp.)]과 같은 포토레지스트 재료 필름을 적절하게 노광(예: 포토마스크를 통한 노광)하고 현상하여 제조한다. 마스터 형성에 적합한 추가의 재료 및 미세 제조 기술, 예를 들면, 실리콘 또는 유리에의 에칭 또는 전기도금이나 무전극 도금에 의한 제조방법도 사용 가능하다. 본 명세서에 참조로서 전문이 인용된 미국 특허공보 제2005/0239935호에는 성형 단계를 위한 방법과 재료들이 설명되어 있다. 현상된 패턴은 유연성 필름 기판의 목적하는 격자 패턴에 상응한다.
- <33> 추가로, 마스터의 표면은 낮은 표면 에너지의 피복물 또는 이형층으로 피복될 수 있다. 그 예로는, 테플론 에이에프(TEFLON AF)(듀폰), CYTOP[아사히 글라스 코포레이션(Asahi Glass Co.)], 장쇄 불화 알킬클로로실란 및

이들의 혼합물 등과 같은 불소 중합체가 포함된다.

- <34> 이어서 역상 마스터 스탬프를 제조한다. 마스터 스탬프는 격자 패턴이 형성되는 최종의 유연성 중합체 필름을 형성하는 데에 사용된다. 마스터로부터 마스터 스탬프를 제조하기 위해서는 양호한 이형 특성을 갖는 재료, 예를 들면, PDMS(폴리디메틸실록산)[상품명: 실가드(SYLGARD) 184, 제조원: 다우 코닝(Dow Corning)]와 같은 실리콘 재료를 사용할 수 있다. 마스터 스탬프/금형을 위해 사용될 수 있는 다른 재료로는 예컨대 적합한 이형 특성을 갖거나 갖도록 처리된 임의의 중합체(예: UV 경화성 중합체), 또는 금형의 수명을 연장시킬 수 있는 금속 금형(예: 니켈)이 포함된다. 금형은 플루오로카본(예: CYTOP), 저 표면 에너지 실란(예: OTS 또는 플루오로 실란) 또는 실리콘과 같은 이형체로 피복될 수 있다. 테일러(Taylor) T-WET 630 또는 테일러 T-SIL 50과 같은 시판의 이형체를 사용할 수 있다.
- <35> 마스터 스탬프의 제조방법의 일례를 도 2 내지 도 4에 나타내었다. 마스터 스탬프(52)를 제조하기 위하여 그의 재료(예: 실리콘)를 재료 대 경화제의 비율을, 예를 들면, 약 50:1 내지 약 5:1, 구체적으로는 약 25:1 내지 약 5:1 또는 약 10:1 내지 약 5:1로 경화제와 함께 혼합할 수 있다. 적합한 경화제 재료는 스탬프의 제조에 사용되는 재료에 따라서 달라진다. 예를 들면, 실가드 184 PDMS에 대해 적합한 경화제로는 가교결합제, 억제제/조절제 및 실리콘 강화 수지를 함유한 혼합물을 들 수 있다. 가교결합제의 예로는 HMS-151(메틸하이드로실록산-디메틸실록산 공중합체, 제조원: Gelest)과 같은 하이드라이드 관능성 실록산 가교결합제 재료가 포함된다. 억제제/조절제의 예로는 테트라메틸테트라비닐사이클로테트라실록산이 포함된다. 실리콘 강화 수지의 예로는 비닐 "Q" 강화 수지, 비닐 말단 PDMS[예: VQM-135, 제조원: 겔레스트(Gelest)]가 포함된다. 임의로 유리 등과 같은 기판(51) 위에 놓인 마스터 마이크로셀 어레이(50)를 경화 후 금형의 이형을 도와주는 지지체[예: 테플론(TEFLON) 지지체] 안에 표면을 위로 하여 배치시킨다. 이어서, 실리콘과 같은 마스터 스탬프/금형을 위한 재료를 박층 안의 셀 위에 도포한다(도 2). 포집된 모든 공기를 제거하기 위하여 혼합물을 탈기시킬 수 있다. 임의로, 남은 혼합물을 금형 위에 도포하고 다시 탈기시켜서 모든 기포를 제거할 수 있다. 이어서 재료를, 예를 들면, 약 25°C 내지 약 300°C, 구체적으로는 약 25°C 내지 약 250°C 또는 약 50°C 내지 약 200°C에서 경화하고/하거나 고체화한 후 마스터 스탬프(52)를 마스터(50)로부터 떼어낸다(도 4).
- <36> 이어서, 마스터 스탬프로부터 유연성 중합체 기판(55)을 형성할 수 있다. 중합체로는, 예를 들면, 경화성(예: UV 경화성) 접착제와 같은 실질적으로 투명한 저 점도 재료를 사용할 수 있다. 그 예로, 60-7155[제조원: 에폭시즈, 이티씨.(Epoxies, Etc.)]와 같은 에폭시 아크릴 또는 60-7165(제조원: Epoxies, Etc.)와 같은 우레탄 아크릴을 사용할 수 있다. 미국 특허공보 제2005/0239935호에 설명된 것과 같은 다른 재료도 이러한 목적으로 사용될 수 있다. 중합체는 UV 경화성 중합체에 제한되지 않으며 열가소성 중합체, 열 가교결합 중합체 또는 2성분 반응성계도 선택될 수 있다. 후속의 성형에서 경화 중합체 필름의 분리를 돕기 위하여, 클로로에틸렌과 함께 희석된 이소프로판올 다우 코닝 230 유체(알킬아릴 폴리실록산 유체) 중의 듀포놀(DuPont) WAQ(나트륨 라우릴 설페이트), 및/또는 염소화 용매 중의 페트롤륨 젤리를 실리콘 마스터 스탬프(52)에 도포할 수 있다. 중합체 재료(55)를 실리콘 마스터 스탬프에 도포하고/하거나 ITO 피복 밀라와 같은 유연성 기판(56)의 표면에 살포하고 마스터 스탬프를 중합체 재료(55) 안에 압축함으로써 마스터 스탬프(52)의 셀을 완전히 채운다(도 5). 압력은, 예를 들면, 롤러를 사용함으로써 균일하게 가할 수 있다. 시료 위에 평판을 올려 놓고 클램핑하여 경화 중에 균일한 압력을 제공할 수도 있다. 이어서 예컨대 DYMAX 5000-EC 400W UV 노광 장치를 사용하여 약 5 내지 약 50초, 예를 들면, 약 30초 동안 시료를 UV 광 및/또는 고온에 노출시킴으로써 경화할 수 있다. 시료를 클램프로부터 떼어내고 추가의 시간, 예를 들면, 약 5 내지 약 30초, 구체적으로는 약 10초 동안 경화시킬 수 있다. 이어서, 기판(56) 위의 필름(55)을 마스터 스탬프로부터 떼어낼 수 있다(도 6). 격자 패턴을 갖는 최종 필름을, 예를 들면, 이소프로판올 등으로 세정하여 임의의 잔류물을 제거할 수 있다.
- <37> 일부 양태에서, 기판은 유리, ITO 피복 유리 등과 같은 비-유연성 기판일 수 있다. 이 경우에는 먼저 평평한 중합체 필름을 경성 기판 위에 형성한 후 그로부터 박리시키고 위와 같은 추가의 공정을 위해 유연성 기판 위에 배치시킨다.
- <38> 이어서, 격자 패턴을 갖는 유연성 중합체 필름을 디스플레이 유체로 충전시키고 결합시켜서 디스플레이 장치를 형성할 수 있다. 디스플레이 유체를 필름 전체에 걸쳐 도포하여 격자 패턴의 셀을 충전시킬 수 있고, 전형적으로는 결합 전에 에지(edge)로부터 과잉의 디스플레이 유체를 닦아내거나 문질러서 깨끗이 한다. 유체는 셀 안에만 위치하며 결합 표면은 깨끗하고 잔류 유체가 없는 것이 바람직하다.
- <39> 추가의 단계로서, 필름의 결합 표면을 유체의 표면 장력보다 더 낮은 표면 에너지를 갖도록 개질시킬 수 있다. 이렇게 하면 유체는 결합 표면을 적시지 않을 것이다. 예를 들면, 플루오로카본 중합체, 실란 또는 탄소수 약

8 내지 약 1,000 길이의 알킬 사슬 재료 등과 같은 저 표면 에너지 재료로 중합체 필름을 스탬핑함으로써, 스탬핑된 에지는 셀 안의 디스플레이 유체에 의해 적셔지지 않을 것이며 이는 다른 필름에의 양호한 결합을 보장한다. 상기 언급된 저 표면 에너지 재료는 전형적으로는 실리콘 유체 또는 이소파르(ISOPAR)일 수 있는 디스플레이 매체의 유체보다 더 낮은 표면 에너지를 갖는다. 결합 에지의 피복은, 예를 들면, 도 7 및 8에 도시된 바와 같이 유연성 필름(55)의 상부 표면을 격자/셀의 상부가 저 표면 에너지 재료(58)로 피복되도록 상기 재료로 스탬핑하거나 접촉시켜서 달성할 수 있다. 이어서, 셀을 디스플레이 매체(60)로 충전시켰을 때(도 9) 디스플레이 매체는 셀의 상부를 적셔지지 않아서 셀 안에 유지되고 셀의 상부 표면이 이 표면의 후속 결합을 방해할 수 있는 디스플레이 매체를 갖지 않게 된다.

<40> 도 10 내지 도 12는 2개의 충전된 중합체 필름(55)을 함께 결합시켜서 개별적 셀(61) 안에 디스플레이 매체를 함유한 유연성 디스플레이 장치(65)를 형성하는 방법의 일례를 보여준다. 2개의 필름 사이의 접촉은 열, 압력 및/또는 노광을 사용함으로써 강화될 수 있다. 최종의 유연성 장치(65)는 도 11 및 12에 도시된 바와 같은 디스플레이 매체로 충전된 개별적 셀(61)을 포함한다.

<41> 물론, 상기의 유연성 필름 기판의 제조 공정은 마찬가지로 비-유연성 디스플레이 장치를 제조하는 데에도 사용될 수 있다. 이에 관해서는 경성 기판, 예를 들면, ITO 피복 유리 등을 상기 논의된 마스터 형성 공정에서와 같이 하여 격자 패턴을 갖도록 할 수 있다. 일례로, SU-8 등과 같은 포토레지스트 재료를 기판 위에 스피닝하고 포토마스크를 통해 노광한 후 현상하여 기판 위에 격자 패턴을 형성할 수 있다.

<42> 유사하게, 포토리소그래피로 한정된 격자 패턴을 50미크론 두께의 얇은 밀라 시트(이것은 도전성 ITO 층으로 피복될 수 있다)와 같은 유연성 기판 위에 형성할 수도 있다. 이 경우에는 유연성 기판을 공정 중에 평평하게 유지되도록 공정시 경성 기판에 부착시켜야 할 수 있다. 유연성 기판을 경성 기판에 부착시키는 방법 중 하나는 UC-228W-110[제조원: 후루카와 엘렉트릭 코포레이션 리미티드(Furukawa Electric Co. Ltd)]와 같은 UV-방출 양면 접착 테이프를 사용하는 것이다.

<43> 일례로, SU-8-25(마이크로켄 코포레이션)을 약 1,000 내지 약 3,000rpm, 예를 들면, 약 2,000rpm으로 기판 위에 스피닝하여 약 10 내지 약 100 μ m, 예를 들면, 약 20 내지 약 50 μ m 또는 약 20 내지 약 40 μ m 두께의 필름을 제공한다. 스피닝된 피복물을 수평으로 놓인 핫플레이트를 사용하여 약 1 내지 약 20분, 예를 들면, 약 5분 동안 약 80 내지 약 150 $^{\circ}$ C, 예를 들면, 약 115 $^{\circ}$ C로 베이킹할 수 있다. 이어서 포토레지스트를, 예를 들면, 약 340 내지 400nm의 파장을 갖는 UV광에 약 2 내지 약 10분, 예를 들면, 약 3분 동안 포토마스크를 통해 8mW/cm 2 로 노출시킨다. 핫플레이트를 사용하여 약 1 내지 약 20분, 예를 들면, 약 5분 동안 약 80 내지 약 150 $^{\circ}$ C, 예를 들면, 약 115 $^{\circ}$ C에서 임의로 노광후 베이킹을 수행할 수 있다. 이어서 포토레지스트를 적합한 현상제, 예를 들면, SU-8에 적합한 현상제인 PGMEA(프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르 아세테이트)로 현상할 수 있다(다른 광중합체는 당업계에서 숙지된 바와 같이 다른 현상제를 필요로 할 수 있다). 이어서, 현상된 포토레지스트 필름을 이소프로판올 등으로 세정하고 약 100 내지 약 250 $^{\circ}$ C, 예를 들면, 약 150 $^{\circ}$ C에서 약 1 내지 약 20분, 예를 들면, 약 5분 동안 최종 하드베이킹 처리할 수 있다. 이 후, CYTOP 피복물(무정형의 가용성 퍼플루오로중합체 필름, 제조원: 아사히 글라스 코포레이션)과 같은 저 표면 에너지의 표면 피복물을 도포할 수 있다. 저표면 에너지 피복물은 입자들과 전극 또는 중합체 필름의 접촉을 방지하기 위한 비점착성 필름을 형성한다. 피복물은, 예를 들면, 약 10 내지 약 1,000nm, 구체적으로는 약 50 내지 약 250nm 또는 약 100 내지 약 200nm의 두께를 가질 수 있다.

<44> 적합한 전기영동 디스플레이 장치의 다른 양태가 도 13에 도시되어 있다. 도 13에서, 전기영동 디스플레이 장치는 역시 서로 마주보도록 배치된 도전성 기판(10 및 20)을 포함한다. 그러나, 이 양태에서는 기판들 사이의 층이 전기영동 디스플레이 매체를 내포하고 있는 다수의 미세캡슐(45)로 이루어진다. 미세캡슐은 적합한 기질 재료 안에 유지될 수 있다. 미세캡슐을 사용하는 유사한 전기영동 디스플레이 장치가 미국 특허공보 제 6,017,584호에 설명되어 있다. 미세캡슐은, 예를 들면, 약 5 내지 약 1,000미크론, 구체적으로는 약 5 내지 약 200미크론 또는 약 5 내지 약 50미크론의 크기(직경)를 갖도록 제조될 수 있다.

<45> 이 양태에서, 미세캡슐은 제조후 디스플레이 매체로 충전되고 이어서 하나 또는 둘 모두의 도전성 기판 위에, 또는 미세캡슐과 기판 사이의 중간 층 위에, 또는 여러 층들이 사용된다면 장치 내에 존재하는 미세캡슐의 다른 층들 위에 고정 또는 접촉된다. 바람직하게, 미세캡슐은 디스플레이 장치의 디스플레이 층 안에 단일층(실질적으로 그 층의 미세캡슐의 평균 직경에 상응하는 두께를 갖는 층)을 형성한다. 그러나, 예를 들면, 2 내지 약 10개 또는 2 내지 약 4개와 같이 여러 개의 층도 사용이 가능하다.

<46> 미세캡슐의 제조에는 임의의 적합한 캡슐화 방법이 사용될 수 있다. 캡슐화 방법으로는 통상적 또는 복합 코아

세르베이션(coacervation), 계면 중합, 반응계내 중합, 전해 분산 및 냉각, 또는 분무-건조 공정을 들 수 있다. 이들 방법에서는, 디스플레이 매체를 벽-형성 재료의 용액에 첨가하여 캡슐화하고, 생성된 캡슐화 미세구를 가교결합 처리할 수 있다. 미세캡슐은 미세캡슐 벽-형성 재료로서 멜라민-포름알데하이드, 우레아-포름알데하이드, 레소르시놀-포름알데하이드, 페놀-포름알데하이드, 젤라틴-포름알데하이드, 이소시아네이트-폴리올, 젤라틴/아라비아 검, 젤라틴/폴리포스페이트 및 폴리(스티렌 설펜산)/젤라틴과 같은 반대로 하전된 2중 중합체의 혼성 중합체 복합물, 하이드록시프로필 셀룰로오스, 이들의 혼합물 및/또는 배합물 등을 사용하여 제조될 수 있다.

- <47> 계면 중합 방법은 전기영동 조성물 내에서 수성상 중의 유화액으로서 존재하는 유용성 단량체의 존재에 의존한다. 미세한 소수성 액적 내의 단량체는 수성상 내에 도입된 단량체와 반응하여 액적과 주변의 수성 매질 사이의 계면에서 중합되고 액적 둘레에 셸을 형성한다. 생성된 벽은 비교적 얇고 투과성일 수 있으나, 이 공정은 다른 일부 공정의 승온 특성을 필요로 하지 않기 때문에 유전 액체의 선택에 있어서 더 큰 유용성을 갖는다.
- <48> 피복 또는 인쇄된 전기영동 잉크 재료의 균일성과 품질을 향상시키기 위하여 피복 보조제를 사용할 수 있다. 피복물/기판 계면에서의 계면 장력을 조절하고 액체/공기 표면 장력을 조절하기 위해서 전형적으로는 습윤제를 첨가한다. 습윤제의 예로는 음이온 및 양이온성 계면활성제, 실리콘 또는 불소 중합체-기재 재료와 같은 비이온성 성분이 포함된다. 분산제는 캡슐과 결합제 사이의 계면 장력을 변화시켜서 응집 및 입자 침전을 억제시키는 데에 사용될 수 있다.
- <49> 공기/잉크 계면 장력을 조절하기 위하여 표면 장력 개질제를 첨가할 수 있다. 이러한 응용에서 피복물 내의 다른 결합을 최소화하면서 표면 수준을 개선시키기 위하여 전형적으로 폴리실록산이 사용된다. 표면 장력 개질제의 예로는 ZONYL 시리즈[제조원: 듀퐁(DuPont)], 플루오라드(FLUORAD) 시리즈[제조원: 쓰리엠(3M; St. Paul, Minn.)] 및 플루오로알킬 시리즈[제조원: 오토캠(Autochem)] 등과 같은 불화 계면활성제; 실웨트(SILWET)[제조원: 유니온 카바이드(Union Carbide)] 등과 같은 실록산; 및 폴리에톡시 및 폴리프로폭시 알코올이 포함된다. 잉크 내로부터 표면으로의 공기의 이동을 촉진시키고 피복물 표면에서의 기포의 파열을 용이하게 하도록 실리콘 및 실리콘-무함유 중합체 재료와 같은 소포제를 첨가할 수 있다. 다른 유용한 소포제의 예로는 글리세릴 에스테르, 다가 알코올, 및 알킬벤젠, 천연 지방, 지방산 및 금속 비누의 오일 용액과 같은 배합 소포제, 및 디메틸 실록산 중합체와 실리카의 배합물로부터 제조된 실리콘 소포제가 있다. UV-흡수제와 같은 안정화제 및 산화방지제도 잉크의 수명을 향상시키기 위하여 첨가될 수 있다.
- <50> 코아세르베이션 공정은 오일/물 유화액을 사용할 수 있다. 온도, pH 및/또는 상대적 농도의 조절을 통하여 하나 이상의 콜로이드가 수성상으로부터 코아세르베이트로 되고 오일 액적 둘레에 셸로서 침착됨으로써 미세캡슐을 형성한다. 코아세르베이션에 적합한 재료는 젤라틴 및 아라비아검이다[참조: 미국 특허공보 제2,800,457호].
- <51> 복합 코아세르베이션 공정의 한 예에서, 캡슐화하고자 하는 디스플레이 매체를, 예를 들면, 약 30 내지 약 80℃, 구체적으로는 약 35 내지 약 75℃ 또는 약 35 내지 약 65℃의 승온에서 물, 젤라틴 및 아라비아 검의 혼합물과 같은 벽 형성 재료로 유화시킨다. 이어서 아세트산 등과 같은 산을 첨가함으로써 pH를, 예를 들면, 5 미만, 구체적으로는 약 4 내지 약 5 또는 약 4.4 내지 약 4.9로 감소시켜서 코아세르베이션을 일으킨다. 이어서, 미세캡슐화된 입자를 냉각시킨다. 이어서, 예를 들면, 글루타알데하이드 등을 첨가하고, 혼합물을 예컨대 우레아의 존재하에 교반함으로써 미세캡슐 벽의 재료를 가교결합할 수 있다.
- <52> 미세캡슐은 고상 및/또는 액상의 코어 봉지부 주위에 다층의 벽을 가질 수 있다. 이들은, 예를 들면, 먼저 계면 중합 반응에 의해 얇은 벽을 형성한 후 반응계내 중합 반응 또는 코아세르베이션 공정에 의해 더 얇은 제2의 벽을 형성함으로써 제조될 수 있다. 미세캡슐의 제1 벽은 전형적으로 폴리우레아, 폴리우레탄, 폴리아미드, 폴리에스테르, 에폭시-아민 응축물, 실리콘 등으로 이루어질 수 있다. 미세캡슐의 제2 벽은 멜라민-포름알데하이드, 우레아-포름알데하이드, 레소르시놀-포름알데하이드, 페놀-포름알데하이드, 젤라틴-포름알데하이드의 응축물, 또는 젤라틴/아라비아검 및 폴리(스티렌 설펜산)/젤라틴과 같은 반대로 하전된 2중 중합체의 혼성 중합체 착물로 이루어질 수 있다.
- <53> 미국 특허공보 제6,529,313호에 설명된 바와 같이 반-연속적 미니에멀전 중합 공정을 사용하여 전기영동 디스플레이 매체를 캡슐화할 수도 있다.
- <54> 전기영동 디스플레이 매체의 캡슐화의 이점은 공정의 제어를 통해 미세캡슐을 도 13에 도시된 바와 같은 구 또는 구 이외의 형태로 만들 수 있다는 점이다. 상이한 모양은 미세캡슐의 충전 밀도와 디스플레이 품질을 더 높

여줄 수 있다.

- <55> 미세캡슐을 형성하고 난 후에는 이것을 장치의 도전성 기관들 중 하나에 직접 또는 중간 층을 통해 배치하거나 접촉시킨다. 미세캡슐은 기관의 도전성 측면, 예를 들면, 도전성 ITO 피복물을 갖는 측면에 접촉될 수 있다. 접착은, 예를 들면, 접착제 또는 중합체 기질 재료와 같은 임의의 적합한 결합제를 사용하여 달성할 수 있는데, 미세캡슐을 기관 위에 피복하기 전에 상기 결합제를 미세캡슐과 함께 혼합하거나, 미세캡슐을 배치하기 전에 기관 위에 피복하거나, 미세캡슐을 기관 위에 배치한 후 그 위에 피복하거나, 상기 세 가지를 모두 포함하는 하나 이상의 방법을 사용하여 달성할 수 있다.
- <56> 접착제 또는 결합제로는, 예를 들면, 폴리비닐 알코올(PVA) 또는 네오레즈(NEOREZ)와 같은 폴리우레탄을 포함한 임의의 재료들을 사용할 수 있다. 결합제는 캡슐을 지탱하고 보호할 뿐 아니라 전극 재료를 캡슐 분산액에 결합시키는 접착 매체로서 사용될 수 있다. 결합제는 비도전성, 반도전성 및 도전성일 수 있다. 결합제는 여러 가지 형태와 화학적 유형으로 구입이 가능하다. 이들 중에는 수용성 중합체, 수계 중합체, 유용성 중합체, 열경화성 및 열가소성 중합체, 및 방사선-경화 중합체가 있다.
- <57> 수용성 중합체 중에는 각종 폴리사카라이드, 폴리비닐 알코올, N-메틸피롤리돈, N-비닐피롤리돈, 각종 카보왁스(CARBOWAX) 시리즈(유니온 카바이드), 및 폴리(2-하이드록시에틸 아크릴레이트)가 있다.
- <58> 수-분산성 또는 수계 성분은 일반적으로 라텍스 조성물, 예를 들면, 네오레즈 및 네오크릴(NEOCRYL) 수지[제넨카 레진스((Zenneca Resins)], ACRY SOL[로옌 하스(Rohm and Haas)], 바이하이드롤(BAYHYDROL)[바이엘(Bayer)], 및 HP 제품[사이텍 인더스트리스(Cytec Industries)]이다. 이들은 일반적으로 1종 이상의 아크릴, 폴리에스테르, 폴리카보네이트 또는 실리콘과 종종 배합되는 폴리우레탄 격자이며, 이들 각각은 유리 전이 온도, 접착성, 연성, 투명성, 유연성, 투수성 및 내용매성, 신장 탄성을 및 인장 강도, 열가소성 유동성 및 고형분 농도로 정의되는 특정한 성질들을 최종 경화 수지에 제공한다. 일부의 수계 성분들은 반응성 단량체와 함께 혼합되고 축매화되어 더 복잡한 수지를 형성할 수 있다. 일부는, 예를 들면, 카복실 그룹과 반응하는 아지리딘과 같은 가교 결합성 성분을 사용함으로써 추가로 가교결합될 수 있다.
- <59> 수계 수지 및 수성 캡슐의 예는 미국 특허공보 제6,822,782호에 제공되어 있다.
- <60> 열경화성 성분으로는 한 그룹의 예폭시가 포함될 수 있다. 이들 이성분계는 점도를 크게 변화시킬 수 있으며, 쌍의 반응성은 혼합물의 "가사 시간"을 결정짓는다. 가사 시간이 피복 작업을 허용하기에 충분히 긴 경우에는 수지 경화 전의 코팅 공정에서 캡슐을 정돈된 배열로 피복할 수 있다.
- <61> 폴리에스테르인 경우가 많은 열경화성 중합체는 고온에서 용융된다. 이러한 형태의 제품의 전형적인 응용이 핫멜트 글루이다. 내열성 캡슐의 분산액은 이러한 매질 내에 피복될 수 있다. 냉각 중에 고형화 과정이 시작되며 최종 경도, 투명성 및 유연성은 중합체의 분자도와 분자량에 의해 영향을 받는다.
- <62> 유용성 또는 용매-용해성 중합체는 물 자체를 제외한 수계 성분과 조성이 종종 유사하다. 용매 성분을 위한 조성물의 범위는 광범위하며 용매의 선택과 중합체의 용해도에 의해서만 제한된다. 용매 기재 성분에서의 중요한 관심사 중 하나는 캡슐 자체의 생존력이며, 어떤 식으로든 용매에 의해 캡슐 벽의 일체성이 손상될 수는 없다.
- <63> 용매 기재 성분 중에서는 일반적으로 방사선 경화 수지가 발견된다. 캡슐을 이러한 매질 중에 분산시키고 피복한 후 장과장 또는 단과장을 갖는 임계 수준의 자외선에 수지를 일정 시간 노출시켜서 경화할 수 있다. 이러한 모든 중합체 수지 경화 공정에 있어서 최종 특성들은 단량체, 올리고머 및 가교결합제의 분자도와 분자량에 의해서 결정된다.
- <64> 다수의 "수분산성" 단량체 및 올리고머가 시판되고 있다. 그러나, 가장 엄밀한 의미에서 이들은 수용성이 아니며 물은 낮은 농도에서 허용가능한 희석제로 혼합물 중에 비교적 쉽게 분산될 수 있다. 이러한 환경하에서 물은 점도를 감소시키는 데에 사용된다(초기에 수 천 내지 수 백만 센티포이즈). 예컨대 단백질 또는 폴리사카라이드 재료로부터 만들어진 것과 같은 수-기재 캡슐은 점도가 충분히 감소될 수 있다면 이러한 매질에 분산되고 피복될 수 있다. 이러한 성분에서의 경화는 일반적으로 자외선 방사선을 사용하여 수행한다.
- <65> 미세캡슐은 나란히 인접한 방식으로 배열될 수 있으며, 일부 양태에서는 도전성 기관들 사이에 단일층으로 배열된다(즉, 미세캡슐이 적층되지 않는다). 그러나, 하나 이상의 미세캡슐 층도 사용될 수 있다.
- <66> 추가의 양태에서, 디스플레이 장치는 디스플레이 매체를 함유한 다수의 개별적 캐비티 또는 포켓들을 함유하는 결합제(예: 투명 결합제)의 층을 1개 이상, 예를 들면, 1 내지 10개, 예로서 1 내지 4개 또는 1 내지 2개, 특히 1개 포함한다. 예를 들면, 도 14 및 15에 도시된 바와 같이 결합체 층(70)은 내부에 다수의 캐비티(72)를 함유

하고, 이 캐비티들은 유체(73) 및 디스플레이 매체의 입자(74)로 충전된다. 필요에 따라서는 여러 가지 색상의 디스플레이 매체를 위하여 상이한 층들을 사용할 수 있다. 투명 결합제 층은 경성 또는 유연성 디스플레이 장치 안에 혼입될 수 있다.

- <67> 이와 같이 상기 양태는 기관 위에 넓은 면적의 디스플레이 장치를 생성하도록 쉽게 도포될 수 있는 장치의 디스플레이 층 안에 디스플레이 매체를 혼입시키는 방법에 관한 것이다. 본질적으로는 디스플레이 매체의 입자들을 먼저 희생 결합제, 즉 후속 공정에서 제거될 결합제도 포함하는 복합 입자 내에 혼입시킨다. 이어서 복합 입자를 결합제 층의 결합제 안에 혼입시키고 희생 결합제를 제거한 후 결합제 층 안에서 복합 입자에 의해 점유된 공간을 디스플레이 매체의 입자들을 함유한 캐비티 또는 공극이 되게 한다. 이어서, 희생 결합제를 제거하는 시점에서 또는 희생 결합제를 제거한 후에 디스플레이 유체의 액체를 첨가하여 캐비티를 채울 수 있다.
- <68> 이렇게 하여, 디스플레이 매체의 입자들과 희생 결합제를 포함하는 복합 입자들이 먼저 형성된다. 복합 입자는 실질적으로 결합제 층 안에 형성될 캐비티의 크기에 상응하는 크기를 가질 수 있다. 예를 들면, 복합 입자와 그로부터 형성된 캐비티는 약 5 내지 약 1,000 μm , 예컨대 약 10 내지 약 350 μm 또는 약 20 내지 약 200 μm 의 크기를 가질 수 있다.
- <69> 복합 입자의 희생 결합제로는 폴리에틸렌 또는 폴리프로필렌 왁스, 예로서 폴리왁스(POLYWAX)[제조원: 베이커 페트롤라이트(Baker Petrolite)]와 같은 왁스를 사용할 수 있다. 디스플레이 매체의 유체의 존재하에 용해되거나 결합제 층으로부터 용융 및 제거될 수 있는 추가의 재료들도 사용될 수 있다. 예를 들면, 추가의 희생 결합제 재료로는 열가소성 왁스, 합성의 미세결정성 왁스, 결정성 폴리에틸렌 왁스, 또는 약 50 내지 약 200 $^{\circ}\text{C}$ 범위의 용융점과 약 5 $^{\circ}\text{C}$ 미만의 현저한 용융/결정화 온도를 가질 수 있는 다른 왁스상 재료가 포함된다. 다른 예로는 카르나우바 왁스, 칸데틸라 왁스, 피마자 왁스 등과 같은 왁스가 포함된다.
- <70> 왁스란, 예를 들면, 일반적으로 글리세라이드를 함유하지 않은 점을 제외하고는 지방 및 오일과 조성이 유사하고 실온에서 고체인 고분자량 화합물의 저융점 유기 혼합물을 의미한다. 일부는 탄화수소이고, 다른 일부는 지방산과 알코올의 에스테르이다. 이들은 지질로 분류된다. 왁스는 열가소성이지만 고 중합체가 아니므로 플라스틱으로 간주되지 않는다. 공통적인 특성은 발수성, 활면성, 낮은 독성, 불쾌한 냄새 및 색의 부재이다. 이들은 연소될 수 있고 양호한 유전 특성을 가지며 대부분의 유기 용매에 용해될 수 있고 물에 불용성이다. 주된 형태는 천연 형태, 즉 (1) 동물성(밀랍, 라놀린, 셀락 왁스, 중국 곤충 왁스), (2) 식물성(카르나우바, 칸데틸라, 월계수 열매, 사탕수수), (3) 광물성: 화석 왁스 또는 지랍(오조케라이트, 세레신, 몬탄), 석유 왁스(파라핀, 미세결정성)(슬랙 또는 스케일 왁스)와, 합성 형태, 즉 (1) 에틸렌 중합체 및 폴리올 에테르-에스테르(카보 왁스, 소르비톨), (2) 염소화 나프탈렌[할로왁스(HALOWAX)], (3) 탄화수소 형태, 즉 피셔-트롭슈(Fischer-Tropsch) 합성물이다.
- <71> 이러한 시판의 재료와 이들의 공급원의 예로는 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌 왁스 및 이들의 개질 유도체가 포함된다. 폴리에틸렌 왁스의 한 예는 폴리왁스 1000(제조원: 베이커-페트롤라이트 코포레이션)이다. 이 재료는 좁은 분자량 분포를 갖고 따라서 좁은 용융 분포를 갖는 거의 결정성인 폴리에틸렌 왁스이다. 이 재료는 용융 온도 바로 위까지는 입자의 구상화를 위한 바람직한 특성인 낮은 용융 점도를 유지한다. 다른 예로는 폴리왁스 400, 폴리왁스 500, 폴리왁스 600, 폴리왁스 655, 폴리왁스 725, 폴리왁스 850과 같은 저분자량 폴리왁스 재료, 및 폴리왁스 2000 및 폴리왁스 3000과 같은 고분자량 폴리왁스 재료가 있다. 시판의 폴리에틸렌 왁스의 다른 예로는 리코왁스(LICOWAX) 제품 라인[제조원: 클라리안트(Clariant)]의 왁스가 포함된다. 이러한 재료의 예로는 리코왁스 PE130 및 리코왁스 PE520, 및 세리더스트(CERIDUST) 230, 세리더스트 3615, 세리더스트 3620 및 세리더스트 6071과 같은 미세화 폴리에틸렌 왁스가 있다.
- <72> 시판의 몬탄 왁스의 예로는 리콜럽(LICOLUB) CaW 3, 리코왁스 E, 리코왁스 오피(제조원: 클라리안트)가 있다.
- <73> 시판 중인 합성 형태의 카르나우바 왁스는 페트로나우바 씨(PETRONAUBA C)(제조원: 베이커 페트롤라이트 코포레이션)이다.
- <74> 폴리프로필렌 왁스의 예로는 리코몬트(LICOMONT) AR504, 리코왁스 PP230, 세리더스트 6071, 세리더스트 6072, 세리더스트 6721(클라리안트)가 있다.
- <75> 개질 폴리에틸렌 왁스의 예로는 유니린(UNILIN) 350, 유니린 425, 유니린 550 및 유니린 700을 포함한 유니린 알코올(베이커 페트롤라이트 코포레이션)과 같은 직쇄 알코올 왁스, 유니시드(UNICID) 350, 유니시드 425, 유니시드 550 및 유니시드 700을 포함한 유니시드 카복실산 중합체(베이커-페트롤라이트 코포레이션)와 같은 직쇄 카복실산, 카르디스(CARDIS) 314, 카르디스 36, 카르디스 320(베이커-페트롤라이트 코포레이션)과 같은 산화 중

합체 재료 및 페트롤라이트(PETROLITE) C-8500, 페트롤라이트 C-7500, 페트롤라이트 E-2020, 페트롤라이트 C-9500, 페트롤라이트 E-1040(베이커-페트롤라이트 코포레이션)과 같은 산화 폴리에틸렌 왁스가 있다.

- <76> 추가로, 왁스 이외에 다른 저 중합체를 포함한 상이한 중합체 재료들도 목적하는 성질 및 특성들이 얻어지지만 한다면 본 발명에 사용될 수 있다. 이러한 추가의 중합체의 예로는 말레산 무수물-에틸렌 공중합체, 말레산 무수물 폴리프로필렌 공중합체, 나일론, 폴리에스테르, 폴리스티렌, 폴리(클로로메틸스티렌), 및 폴리메틸메타크릴레이트와 같은 아크릴레이트가 있다.
- <77> 시판 중인 말레산 무수물-에틸렌 공중합체의 예로는 세라머(CERAMER) 1608, 세라머 1251, 세라머 67 및 세라머 5005와 같은 세라머 중합체(베이커-페트롤라이트 코포레이션)가 있다. 시판 중인 말레산 관능성 폴리프로필렌 중합체의 예로는 X-10036 및 X-10016(베이커-페트롤라이트 코포레이션)이 있다. 시판 중인 프로필렌-에틸렌 공중합체의 예로는 페트롤라이트 EP-700, 페트롤라이트 EP-1104, 페트롤라이트 EP-1100 및 페트롤라이트 EP-1200과 같은 페트롤라이트 공중합체(베이커-페트롤라이트 코포레이션)가 있다.
- <78> 복합 입자는 희생 결합체의 입자의 총 중량에 대해 약 25 내지 약 90%, 예를 들면, 약 35 내지 약 80% 또는 약 35 내지 약 70%로 포함될 수 있다.
- <79> 복합 입자는 디스플레이 매체의 입자들을 희생 결합체와 함께 배합한 후 그로부터 목적하는 크기의 복합 입자를 형성함으로써 제조된다. 임의의 적합한 배합 및 입자 형성 공정이 사용될 수 있다.
- <80> 복합 입자를 형성한 후 예로서 결합체 층의 중량에 대해 약 10 내지 약 50%, 구체적으로는 약 10 내지 약 70% 또는 약 20 내지 약 65%와 같은 적합한 양의 복합 입자를 결합체 층의 결합체 재료와 함께 혼합한다. 이어서 임의의 적합한 층 형성 방법에 의해서 목적하는 두께의 결합체 층을 형성할 수 있다.
- <81> 결합체 층의 결합체로는 광학적으로 투명한 임의의 재료가 사용될 수 있다. 예로서, 미세캡슐과 함께 사용하기 위한 상술된 임의의 결합체가 사용될 수 있다. 일부 양태에서는 희생 중합체 재료를 제거시켜서 캐비티를 형성하도록 결합체 층이 유체(73)에 의해 가소화 또는 팽윤될 수 있음이 바람직하다. 결합체 층은 유체(73)에 의해 분해되어서는 안된다. 이것을 달성하는 수단은 결합체 층을 가교결합하여 분해를 일으키지 않으면서 용매로 팽윤될 수 있게 하는 것이다. 이 양태에서 중합체 시트를 형성하기 위하여 사용되는 중합체 재료의 예로는 RTV 실리콘 또는 임의의 실가드 실리콘 탄성체(제조원: 다우 코닝)와 같은 탄성 재료, 열 또는 UV 경화성 폴리우레탄 수지, 열 또는 UV 경화성 에폭시 수지, 및 1종 이상의 경화제로부터 선택되는 1종 이상의 중합체 재료를 들 수 있다. 경화는 열, UV, 수분, e-빔, 또는 감마 방사선과 같은 임의의 적합한 방법에 의해 달성될 수 있다. 유연성이 필요한 경우에는 실리콘 탄성체를 사용하는 것이 효과적이다. 그러나, 폴리에틸렌, 폴리에스테르, 에폭시, 폴리우레탄, 폴리스티렌, 플렉시 유리, 이들의 혼합물 등과 같은 광학적으로 투명한 추가의 결합체 재료를 사용할 수도 있다.
- <82> 결합체 층과 그에 따른 디스플레이 장치의 디스플레이 층은 약 5 내지 약 1,000 μ m, 예를 들면, 약 10 내지 약 500 μ m 또는 약 20 내지 약 350 μ m의 두께를 가질 수 있다.
- <83> 결합체 층에서 복합 입자는 투명한 결합체 층 내부에 캐비티를 형성하기 위한 형판으로서 작용한다. 일단 층(들) 내에 형성되면 결합체 층(들)은 내부에 매립된 복합 입자로부터 희생 결합체를 제거하는 처리를 거친다. 이것은 예컨대 희생 결합체를 용해시키는 용매 처리 공정, 희생 결합체를 용해 및 제거하기 위하여 승온에서 처리하는 공정, 이들의 복합 공정 등을 포함한다. 예를 들면, 시트를 디스플레이 매체의 유체의 존재하에 초음파 처리할 수 있다. 희생 결합체는 결합체 층으로부터 확산되어 나오고 복합 입자에 의해 형성된 캐비티 내에 디스플레이 매체의 입자들이 남는다. 디스플레이 매체의 유체를 사용하여 희생 결합체 제거 단계를 수행하는 경우에는 희생 결합체를 디스플레이 매체의 유체로 대체함으로써 디스플레이 매체로 충전된 캐비티들을 남긴다. 다른 방법으로, 희생 결합체 제거 단계 후에 디스플레이 매체의 유체로 결합체 층을 팽윤시켜서 입자를 함유한 캐비티를 디스플레이 매체의 유체로 충전시킬 수도 있다.
- <84> 일부 양태에서, 디스플레이 장치는 흡수성 후면, 예를 들면, 흡광성 후면을 포함하도록 제조될 수도 있다. ITO 피복 유리 또는 밀라와 같은 ITO 피복 중합체 등의 실질적으로 투명한 기판을 갖는 매우 얇은 디스플레이 장치는 낮은 광학 밀도와, 낮은 채도를 갖는 세척 외관을 나타낼 수 있다. 고도의 흡수성 후면은 장치를 통한 투광율을 감소시킴으로써 디스플레이의 세척 외관을 제거할 수 있다. 콘트라스트는 더 크고 채도는 더 높게 나타난다.
- <85> 흡수성 후면은 바람직하게는 흑색을 가질 수 있다. 이것은 임의의 적합한 방법에 의해 달성될 수 있다. 예를 들면, 흑색 필름 또는 페인트를 투명 기판의 뒷면에 첨가할 수 있다. 흡수성 후면은 장치를 형성하기 전 또는

후에 도포될 수 있는데, 예를 들면, 디스플레이 장치 내의 기관 위에 격자 패턴을 형성하고/하거나 필름을 디스플레이 장치 내에 조립하기 전, 또는 장치를 조립한 후 전극을 부착하기 전에 도포될 수 있다. 또한, 흑색과 같이 진한 색을 부여하는 착색제를 도전성 기관 층 자체 안에 직접 혼입시켜서 도전성 기관이 도전성 층과 흡수성 후면 둘 모두의 역할을 수행하도록 할 수도 있다.

<86> 디스플레이 장치는 컬러 필터도 포함할 수 있다. 컬러 필터는 디스플레이 층 위, 상부 도전성 기관 위, 또는 디스플레이 매체를 갖는 상부 도전성 기관과 디스플레이 층(들) 사이에 배치될 수 있다. 컬러 필터는 디스플레이 장치가 두 가지의 색 용량을 갖는 경우에 유용한데, 이것은 착색(예: 흑색) 유체 내의 백색 입자 그룹으로 이루어지거나, 디스플레이 유체 내에 상이한 두 가지 색상의 입자, 예컨대 흑색 및 백색 입자로 이루어지기 때문이다. 컬러 필터는 이러한 디스플레이 장치에 더 충분한 색 용량을 제공할 수 있는데, 예를 들면, 후술하는 바와 같이 2개의 색 용량을 총 8개의 색으로 증가시킨다.

<87> 이와 같은 다중 컬러 디스플레이는 상이한 색상, 예컨대 적색, 녹색, 청색, 황색, 청록색 또는 자홍색 등의 필터를 개별적 셀의 조망 측면 위에 배치함으로써 달성할 수 있다. 적색, 녹색 및 청색의 컬러 필터가 유리하게 사용될 수 있다. 추가로, 컬러 필터는 상이한 색상을 갖는 띠를 포함할 수도 있다. 컬러 필터는 바람직하게는 안료, 염료 또는 안료와 염료의 혼합물과 같은 착색제로 염색되어 실질적으로 투명성을 유지하면서도 적합한 색상을 갖는 투명 중합체 필름과 같은 투명 재료들을 포함한다. 따라서, 착색제는 컬러 필터의 투명 재료 중에 약 0.1 내지 약 10중량%, 예를 들면, 약 0.5 내지 약 5중량%의 양으로 존재할 수 있다.

<88> 컬러 필터를 적합한 개수의 색 전환형 저장소를 내포하는 디스플레이 장치의 셀 위에 배치함으로써 다양한 색상을 달성할 수 있다. 예를 들면, 컬러 필터의 각각의 색이 그에 연결된 셀의 전환형 부분을 가져서 독립적으로 구동된다면 다중 색상이 달성될 수 있다. 다른 말로, 아래에 더욱 상세히 설명하는 바와 같이, 컬러 필터의 각각의 색 영역이 도전성 기관을 통해 독립적으로 처리될 수 있는 디스플레이 층의 하부 영역에 결합됨으로써, 디스플레이 층의 각각의 영역의 조절이 이루어져 표시 색을 조절할 수 있다.

<89> 일부 양태에서, 컬러 필터 층은 컬러 필터의 상이한 색들로 각각 이루어지는 다수의 컬러 필터 영역들을 포함한다. 이러한 방식으로 더욱 거대한 완전 컬러 디스플레이가 장치에 의해 이루어질 수 있다. 이 양태에서, 컬러 필터 영역들은 디스플레이의 화소에 각각 상응할 수 있다. 이와 같이 컬러 필터 층은 예를 들면, 약 2 내지 약 100,000,000개 또는 잠재적으로는 그 이상, 예컨대 약 100 내지 약 50,000,000개 또는 약 1,000 내지 약 10,000,000개의 컬러 필터 영역을 포함할 수 있다.

<90> 도 16은 흑색 및 백색 입자의 개별적 셀(84)을 갖는 디스플레이 층(82)을 포함하는 디스플레이 장치(80)를 보여준다. 컬러 필터(85)는 셀 위에 올려져 있으며, 컬러 필터는 적색(86), 녹색(87) 및 청색(88)의 띠를 포함한다. 이 방식에서는 8개의 색이 표시될 수 있다. 예를 들면, 적색은 백색 입자(83)를 적색 띠 아래에서 표시하고 흑색(81)을 청색과 녹색 아래에서 표시하도록 셀을 구동함으로써 표시할 수 있다. 마찬가지로 녹색과 청색은 컬러 필터에서 이들 각각의 띠 아래에서 백색 입자를 표시하고 나머지 두 색의 띠 아래에서 흑색을 표시함으로써 나타낼 수 있다. 황색은 흑색을 청색 아래에 나타내도록 하고 백색을 적색과 녹색 아래에 나타내도록 함으로써 표시할 수 있다. 청록색은 녹색과 청색 띠 아래에서 백색 입자를 표시하고 적색 아래에서 흑색을 표시하여 얻을 수 있다. 자홍색은 컬러 필터의 적색과 청색 띠 아래에서 백색을 표시하고 녹색 아래에서 흑색을 표시하여 나타낼 수 있다. 백색은 컬러 필터의 모든 띠 아래에서 백색 입자를 표시하여 나타내고, 흑색은 모든 컬러 필터 아래에서 흑색을 표시하여 나타낸다. 물론 상이한 컬러 필터 색상을 선택한다면 다른 색을 나타낼 수 있다.

<91> 디스플레이 매체

<92> 이어서, 전기영동 디스플레이 장치에 사용하기 위한 전기영동 디스플레이 매체의 여러 양태들을 설명하겠다.

<93> 일부 양태에서, 디스플레이 매체는 1종 이상의 유체와, 유체 내에 분산된 1종 이상, 예를 들면, 2종 이상, 특히 2 내지 10종 또는 2 내지 4종의 착색 입자 그룹(들)으로 이루어진다.

<94> 여기서 한 양태에서는 디스플레이 매체가 유체계 내에 분산된 하나 이상의 착색 입자 그룹을 포함한다. 유체는 투명하거나, 혹은 육안으로 보이는 색, 예를 들면, 분산된 입자 그룹에 의해 나타내어지는 색(들)과는 상이한 대조 색상을 가질 수 있다. 착색 유체는 전형적으로는 단일의 착색 입자, 예를 들면, 백색 입자를 사용하고 유체의 색은 백색 이외의 대조 색인 디스플레이에서 사용된다.

<95> 일부 양태에서, 디스플레이 매체의 유체와 그 안의 입자 그룹(들)은 실질적으로 대등한 밀도를 가질 수 있는데, 예를 들면, 이들 재료의 밀도는 상호 약 10% 이내이거나, 더욱 상계하게는 상호 5% 이내 또는 상호 2%

이내이다. 다른 양태에서는 유체가 상이한 밀도를 갖는 2종의 불혼화성 유체들을 포함할 수 있어서, 제2 불혼화성 유체의 밀도보다 더 낮은 밀도를 갖는 제1 불혼화성 유체가 제2 불혼화성 유체의 상부 위에 위치하고, 각각의 입자 그룹은 2종의 불혼화성 유체들의 밀도 사이의 밀도를 가져서 입자들이 2종의 불혼화성 유체들 사이의 계면에 위치한다.

- <96> 유체는 디스플레이 매체의 중량에 대해 약 10 내지 약 95%, 예를 들면, 약 30 내지 약 90% 또는 약 40 내지 약 80%로 포함될 수 있다.
- <97> 유체는 전기영동 디스플레이에 사용하기 위한 당업계에 공지된 임의의 적합한 유체로 이루어질 수 있다. 유체란, 예를 들면, 기체 또는 공기가 아닌 액체 상태의 재료를 의미한다. 물론, 공기 또는 임의의 다른 기체도 디스플레이 장치의 저장소 내에 존재할 수 있으나, 디스플레이 매체의 유체는 액체 상태의 유체를 일컫는다. 유체의 선택은 화학적 불활성, 현탁되는 입자에 대한 밀도의 조화 및/또는 입자와의 화학적 상용성을 기준으로 할 수 있다. 일부 양태에서, 현탁 유체는 낮은 유전 상수(예: 약 4 이하, 특히 약 0.5 내지 약 2)를 가질 수 있다. 유체의 점도는 예를 들면, 전기장의 영향하에 입자가 내부에서 이동할 수 있도록 조업 온도에서 비교적 낮을 수 있다. 일부 양태에서, 유체는 대략 실온(약 23 내지 약 27°C)에서 약 0.25 내지 약 10센티스톡, 예를 들면, 약 0.5 내지 약 5센티스톡 또는 약 1 내지 약 2센티스톡 범위의 동적 점도를 가질 수 있다. 유체는 유전 성일 수 있고 실질적으로 이온을 함유하지 않는다. 유체는 또한 내부의 착색 입자에 대해 최소한의 용매 작용을 가질 수 있고, 착색 입자와 실질적으로 동등한 비중, 예를 들면, 상호 약 10% 이내의 비중을 가질 수 있다. 추가로, 유체는 일부의 중합체에 대해 불충분한 용매가 되도록 선택할 수 있는데, 이것은 입자 제조에 유용한 중합체 재료의 범위를 증가시키기 때문에 입자 제조에서 사용하기에 유리하다.
- <98> 유체는, 예를 들면, 동시 계류 중인 출원 번호 제11/169,924호에 설명된 바와 같이 약 35°C 이상의 용융점 온도를 갖는 열 가역적 겔화제를 포함할 수 있다.
- <99> 사용 가능한 일부 적합한 형태의 유체는 할로겐화 유기 용매, 포화 직쇄 또는 분지쇄 탄화수소, 실리콘 오일 및 저분자량 할로젠-함유 중합체와 같은 유기 용매이다. 유기 용매의 예로는 데칸 에폭사이드 및 도데칸 에폭사이드와 같은 에폭사이드, 사이클로헥실 비닐 에테르와 같은 비닐 에테르, 및 톨루엔 및 나프탈렌과 같은 방향족 탄화수소가 포함될 수 있다. 할로겐화 유기 용매의 예로는 테트라플루오로디브로모에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 트리플루오로클로로에틸렌, 1,2,4-트리클로로벤젠, 카본 테트라클로라이드 및 이들의 혼합물 등이 포함될 수 있다. 이들 재료는 높은 밀도를 가질 수 있다. 탄화수소의 예로는 데칸, 도데칸, 테트라데칸, 크실렌, 톨루엔, 헥산, 사이클로헥산, 벤젠, 지방족 탄화수소, 예를 들면, 이소파르™[엑손(Exxon)], 노프파르(NORPAR)™(엑손의 노르말 파라핀 액체 시리즈), 셸-졸™[셸(Shell)], 및 SOL-TROL™(셸) 시리즈, 나프타 및 다른 석유 용매가 포함될 수 있다. 이들 재료는 낮은 밀도를 가질 수 있다. 실리콘 오일의 예로는 옥타메틸 사이클로실록산 및 고분자량 사이클릭 실록산, 폴리(메틸 페닐 실록산), 헥사메틸디실록산 및 폴리디메틸실록산이 포함된다. 이들 재료는 낮은 밀도를 가질 수 있다. 저분자량 할로젠-함유 중합체의 예로는 폴리(클로로트리플루오로에틸렌) 중합체 또는 크라이톡스(KRYTOX)™ 중합체(듀퐁)가 포함될 수 있다.
- <100> 전형적으로, 이소파르 M과 같은 탄화수소 유체는 비용이 저렴하고 양호한 유전 강도, 낮은 휘발성 및 비반응성을 갖기 때문에 전기영동 잉크 응용을 위해 사용된다.
- <101> 일부 양태에서, 지방족 탄화수소는 예컨대 디스플레이 매체의 착색 입자로서 비-가교결합성 유화액 응집 입자를 사용하고/하거나 지방족 탄화수소의 존재하에 입자 표면으로부터 제거될 수 있는 표면 피복물로 착색 입자를 처리함으로써 전하를 부여하는 경우에는 성능의 퇴화를 초래할 수 있다. 따라서, 디스플레이 매체의 유체로는 실리콘 유체와 같은 비팽윤성 유체를 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 시판 중인 실리콘 유체로는 DOW 200, 폴리디메틸실록산 중합체(제조원: 다우 코닝)이 포함된다. 적합한 실리콘 유체의 다른 예로는 트리메틸실록시 말단 유체 DMS-T00, DMS-T01, DMS-T01.5, DMS-T02, DMS-T03, DMS-T05, DMS-T07, DMS-T11과 같은 폴리디메틸실록산 유체[제조원: 겔레스트 코퍼레이션(Gelest Corporation)]; SI06700.0, SID2650.0, SID4625.0(각각 D4, D5 및 D6 유체로도 알려져 있다)과 같은 사이클로메티콘; PMM-0011, PDM-7040과 같은 페닐메틸실록산; SIB1816.0과 같은 플루오로실리콘; DES-T03, DES-T11과 같은 폴리디에틸실록산; SIP6827.0과 같은 분지된 저점도 페닐트리스(트리메틸실록시)실란 유체, SIP6722.8과 같은 페네틸트리스(트리메틸실록시)실란 유체 등이 포함된다.
- <102> 착색 유체의 경우에는 염료와 같은 적합한 분산성 착색제 및/또는 분산성 안료의 첨가를 포함하는 당업계의 임의의 적합한 수단에 의해 유체를 착색할 수 있다.

- <103> 일부 양태에서, 유체는 디스플레이 매체 및/또는 내부에 분산된 입자의 전하 거동에 영향을 줄 수 있는 전하 조절 첨가제 및 다른 이온 성분들을 실질적으로 함유하지 않는다. 그러나, 다른 양태에서는 유체가 입자의 표면 에너지 또는 전하를 개질시키기 위한 표면 개질제 및 전하 조절제, 분산제 및/또는 계면활성제와 같은 첨가제를 함유할 수 있다.
- <104> 디스플레이 매체는 2종의 불혼화성 액체로 이루어질 수 있다. 이러한 2층의 유체계는 상이한 밀도를 갖고 서로 불혼화성인 2종의 유체를 사용하여 달성할 수 있다. 예를 들면, 3M사의 플루오로에테르와 엑손사의 이소파르(이소파르)TM가 불혼화성 유체의 적합한 배합물이다. 보다 농밀한 플루오로에테르는 저부에 위치하는 반면, 덜 농밀한 이소파르TM는 상부에 위치한다. 디스플레이 매체의 입자는 2종의 불혼화성 액체의 밀도들 사이의 밀도를 가짐으로써 두 층 사이의 계면에 존재할 수 있다.
- <105> 2종의 불혼화성 액체를 사용하는 이점으로는, 입자가 존재하는 위치가 디스플레이 액체가 함유된 저장소의 저부가 아닌 2종의 불혼화성 액체의 계면(저장소의 중간 부분에 가까울 수 있다)이라는 점을 들 수 있다. 이는 입자와 저장소 저부 사이의 잠재적 접촉을 막을 수 있다. 또한, 입자들은 상이한 색을 관찰자에 표시하기 위하여 스위칭 위치에서 저장소의 거리 부분만을 이동할 필요가 있기 때문에 스위칭 시간이 더 빨라질 수 있고, 계면에 위치하는 입자들은 저부에 위치하는 입자들에 비해 더욱 쉽게 떨어져 나올 수 있어서 입자의 안정성과 제품 수명이 증가될 수 있다.
- <106> 이제, 디스플레이 매체의 유체 내에 분산되는 입자 그룹의 여러 가지 양태들을 설명하겠다.
- <107> 일부 양태에서, 디스플레이 매체는 실질적으로 동일한 색을 나타내는 1종 이상의 입자 그룹을 포함한다. 디스플레이 매체는 1종의 착색 입자 그룹으로 이루어질 수 있으며, 유체 내에 분산된 2종 이상, 예를 들면, 2 내지 10종 또는 2 내지 4종의 상이하게 착색된 입자 그룹을 포함할 수 있다. 색이란, 예를 들면, 전자기 스펙트럼의 파장 범위 내에서의 전체적인 흡수 특성을 일컫는다. 실질적으로 여기서 동일한 색이란 예컨대 그룹 안의 다른 입자와 실질적으로 동일한 색조와 콘트라스트(명암)를 나타내는 입자를 일컫는다. 디스플레이 매체에서 상이한 입자 그룹의 착색 입자들은 서로 다른 색, 즉 흡수 특성을 나타낸다. 예를 들면, 제1 입자 그룹이 황색을 나타내는 경우 제2의 상이한 착색 입자 그룹은 다른 농도(색조 및/또는 콘트라스트)의 황색을 나타내거나 청록색 또는 자홍색 등과 같이 완전히 다른 색상을 나타낼 것이다.
- <108> 디스플레이 매체는 상이하게 착색된 2종의 입자, 예를 들면, 흑색 입자와 백색 입자 그룹을 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 디스플레이 매체는 상이하게 착색된 3종 이상의 입자 그룹을 포함한다. 예로서, 3종의 착색 입자 그룹은 3개의 감산 원색인 황색, 청록색 및 자홍색을 포함할 수 있거나, 적색, 청색 및 녹색을 포함할 수 있다. 상이하게 착색된 4종의 입자 그룹을 함유한 디스플레이 매체는 예로서 황색, 청록색, 자홍색 및 흑색을 포함할 수 있다. 본 명세서에 설명된 임의의 양태에서는 예컨대 하이라이트 컬러링을 위하여 추가의 착색 입자 그룹으로서 상이하게 착색된 부가적 입자 그룹들을 포함시킬 수 있다.
- <109> 디스플레이 매체 내의 각각의 동일한 착색 입자 그룹은 디스플레이 매체의 약 5 내지 약 50중량%, 예를 들면, 약 5 내지 약 40중량% 또는 약 5 내지 약 30중량%를 구성할 수 있다.
- <110> 일부 양태에서는, 예를 들면, 약 10^{-11} 내지 약 10^{-15} S/m, 구체적으로 약 10^{-12} 내지 약 10^{-14} S/m 또는 약 10^{-12} 내지 약 10^{-13} S/m 범위의 낮은 낮은 전기 전도도를 갖는 전기영동 디스플레이 매체가 제공된다. 디스플레이 매체의 전도도는 이와 같이 유전성 유체의 전도도에 필적한다. 디스플레이 매체의 입자는 높은 전기장을 인가함으로써 하전될 수 있으며(이것을 전기장 유도 또는 반응계내 하전이라고 일컬을 수도 있다), 여기서 입자 하전은, 예를 들면, 전기장의 강도 및 하전 시간 (또는 하전 주기의 회수)에 의존한다. 하전 후, 입자는 그래프당 마이크로쿨롱(μ C)(즉, 10^{-6} C/g) 단위로 약 ± 0.1 내지 약 $\pm 20 \mu$ C/g, 약 ± 0.2 내지 약 $\pm 10 \mu$ C/g 또는 약 ± 0.3 내지 약 $\pm 5 \mu$ C/g의 하전량(하전량 대 질량 비)을 가질 수 있다.
- <111> 종래의 디스플레이 매체에서는 전형적으로 비수성 잉크 분산액의 제조 중에 이온 분해 가능한 전하 제어제를 전기장에 첨가함으로써 입자들을 하전시켰다. 전하 제어제가 유전성 유체 내에서 양이온 및 음이온 성분으로 분해되면 입자들에 의한 어느 한 극성의 이온의 우세한 표면 흡수가 일어나게 되고 이로써 입자들은 하전되게 된다. 생성된 분산액은 하전 입자, 과량의 자유 이온 및 카운터-이온을 포함한 입자들의 복합적 혼합물을 함유한다. 과량의 자유 이온의 존재로 인해 전기영동 잉크는 높은 전기 전도도를 갖는 것이 특징인데, 전도도는 첨가된 전하 제어제의 농도와 함께 증가하며 유전성 유체에 비해 전형적으로 100 내지 1000배 더 높다. 잉크의 높

은 전도도는 전력 소모의 증가를 초래하고 디스플레이 스위칭 속도의 감소를 일으킬 수 있다. 더우기, 디스플레이 매체 내에 과량의 자유 이온이 존재하면 사용시 입자간의 충돌이 일어나는 동안 다수의 입자들이 잘못된 신호/극성으로 전환되어 영상 품질과 응답 시간을 저하시킬 가능성이 있다.

- <112> 따라서 유체 및 입자 그룹을 내포하는 본 발명의 양태의 디스플레이 매체는 디스플레이 매체의 하전 특성 및/또는 전도도에 영향을 미치는 전하 제어제 및 그와 유사한 과량의 이온 성분들을 실질적으로 함유하지 않도록 제조될 수 있다. 여기서 이온을 실질적으로 함유하지 않는다는 것은, 예를 들면, 디스플레이 매체가 상기 언급된 전도도 값에 도달할 수 있을 정도의 이온 성분을 함유하지 않는다는 것을 의미한다. 그 결과 본 발명의 디스플레이 매체는 상기 언급된 낮은 전도도 특성을 나타낼 수 있다.
- <113> 디스플레이 매체 내에 바람직하게는 전하 제어제가 존재하지 않는 결과로, 디스플레이 매체의 입자 그룹의 입자들은 다른 방법에 의해서 낮은 하전 특성을 나타낼 수 있도록 만들어질 필요가 있다. 이것은, 예를 들면, 계면활성제 및/또는 물의 존재하에 입자를 형성함으로써 입자 형성 중에 이들 재료 소량이 입자 내에 혼입되도록 함으로써 달성될 수 있다. 입자에 전하를 제공할 수 있는 다른 성분으로는 APS(암모늄 퍼설페이트)와 같은 중합개시제, DDT(도데실티올)과 같은 사슬 전이제, 또는 입자 표면에 노출 또는 부분 노출될 수 있는 중합체 골격 내의 산성/염기성 관능 그룹이 포함된다. 이들 재료는 입자 내에서 전하 성분으로서 작용할 수 있는데, 초기에는 거의 무시될 만한 전하를 제공하지만, 예를 들면, 아래에 더욱 상세히 설명될 높은 전기장의 인가를 통하여 앞서 언급된 낮은 하전량으로 입자를 하전시킬 수 있다. 이들 재료는 입자의 일부분이며 실질적으로는 디스플레이 매체 내에서 분해되지 않아 디스플레이 매체가 낮은 전도도를 유지하도록 할 수 있다. 또한, 종래의 장치는 매체 내에 이온 성분의 존재를 필요로 하기 때문에, 예를 들면, 잘못된 신호의 입자가 생성되고/거나 매체 내에 충분한 이온 성분이 손실됨으로써 시간이 지날수록 디스플레이 성능이 저하되는 데에 반해서, 본 발명의 입자는 이온 성분을 형성하지 않고 하전을 위한 이온 성분의 존재를 필요로 하지 않기 때문에 이러한 성능 저하의 위험이 없다.
- <114> 디스플레이 매체의 입자로는 상기 언급된 낮은 하전 특성을 나타낼 수만 있다면 어떠한 적합한 방법에 의해서 제조된 입자라도 사용이 가능하다. 따라서, 토너 기술에서 잘 알려져 있는 두 가지 방법인, 입자 재료를 덩어리로 형성한 후 목적하는 평균 입도로 분쇄하는 물리적 분쇄 방법과, 입자를 개별적으로 반응 매체 내에서 목적하는 평균 입도로 성장시키는 화학적 구성법에 의해 제조된 입자들이 모두 사용 가능하다. 입자는, 예를 들면, 약 5 내지 약 100nm, 구체적으로 약 10 내지 약 50nm 또는 약 0.5 내지 약 25nm의 평균 크기를 갖도록 제조될 수 있다. 전형적으로 입자는 저장소 내에서 입자들이 자유롭게 이동하도록 디스플레이 매체를 함유하게 될 디스플레이 장치의 저장소 크기보다 더 작은 크기를 갖는다.
- <115> 입자는 순 안료, 염색(레이크) 안료, 안료/중합체 복합물, 염색 또는 착색된 응집 중합체 입자 동일 수 있다. 입자의 착색제로는 염료, 안료, 염료 혼합물, 안료 혼합물 또는 염료와 안료의 혼합물을 사용할 수 있다. 입자 및/또는 입자의 착색제는 레이크 또는 염색 안료를 포함할 수도 있는데, 여기서 염료는 입자 위에 침착되거나, 쉽게 용해되는 음이온 염료의 금속염과 같은 염료, 예를 들면, 칼슘, 바륨 또는 알루미늄염에 의해 침전되는 하나 이상의 설포산 또는 카복실산 그룹을 함유한 아조, 트리페닐메탄 또는 안트라퀴논 구조물로 입자가 착색된다.
- <116> 상기 입자의 전형적인 제조 기술은 액체 토너와 기타의 기술로부터 얻어지며 볼 밀, 마모, 제트 밀 등을 포함한다. 착색된 중합체 입자는, 예를 들면, 중합체에 안료를 배합시켜서 제조할 수 있다. 이어서 복합 재료를 목적하는 크기로 (습식 또는 건식) 분쇄한다. 이어서, 이것을 임의로 액상 담체에 첨가하고 고전단하에 수 시간 동안 최종 입도 및/또는 크기 분포로 분쇄한다.
- <117> 입자를 형성하는 데에 사용될 수 있는 화학적 방법의 예로는 유화 응집, 분산 중합, 소형 또는 미세 유화 중합, 현탁 중합, 침전, 상 분리, 용매 증발, 반응계내 중합 또는 임의의 미세캡슐화 공정이 포함된다.
- <118> 착색 입자를 위해 사용될 수 있는 중합체의 예로는 폴리스티렌, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 페놀 수지, 에틸렌-비닐 아세테이트 공중합체, 폴리에스테르, 폴리아크릴레이트, 폴리메타크릴레이트, 에틸렌 아크릴산 또는 메타크릴산 공중합체, 아크릴 공중합체 및 삼중합체 등이 포함된다. 특정한 예로는 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리이소부틸메타크릴레이트, 폴리스티렌, 폴리부타디엔, 폴리이소프렌, 폴리이소부틸렌, 폴리라우릴 메타크릴레이트, 폴리스테아릴 메타크릴레이트, 폴리이소보닐 메타크릴레이트, 폴리-3급-부틸 메타크릴레이트, 폴리에틸 메타크릴레이트, 폴리메틸 아크릴레이트, 폴리에틸 아크릴레이트, 폴리 아크릴로니트릴, 및 2종 이상의 이들 재료의 공중합체가 포함된다.

- <119> 본 발명에서는 안료/중합체 복합 입자, 예를 들면, 안료/중합체의 분쇄/마모 공정 또는 안정화 중합체 그룹의 표면 처리/그래프팅 공정과 같은 물리적-화학적 공정에 의해 생성된 복합 입자를 사용할 수 있으나, 이러한 복합 입자는 가변적 하전 특성을 나타내는 다분산성 입자를 가질 수 있다. 따라서, 일부 양태에서 디스플레이 매체를 위한 입자는 예컨대 폴리에스테르 수지 기재의 유화 응집 입자 및 스티렌-아크릴레이트 또는 아크릴레이트 수지 기재의 유화 응집 입자를 포함한 유화 응집 입자이다. 이러한 입자는 화학적으로 성장하며 크기에 있어서 실질적으로 단분산성을 갖는 경향이 있고 실질적으로 구형의 모양을 갖는다. 유화 응집 입자의 다른 이점은 입자 표면이 결합체 수지에 의해 실질적으로 완전히 부동화되기 때문에 안료와 같은 착색제가 입자 전하에 영향을 주지 못한다는 것이다.
- <120> 유화 응집 입자에 적합한 폴리에스테르 수지의 예로는 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리프로필렌 테레프탈레이트, 폴리부틸렌 테레프탈레이트, 폴리펜틸렌 테레프탈레이트, 폴리헥살렌 테레프탈레이트, 폴리헵타덴 테레프탈레이트, 폴리옥탈렌 테레프탈레이트, 폴리에틸렌 세바케이트, 폴리프로필렌 세바케이트, 폴리부틸렌 세바케이트, 폴리에틸렌 아디페이트, 폴리프로필렌 아디페이트, 폴리부틸렌 아디페이트, 폴리펜틸렌 아디페이트, 폴리헥살렌 아디페이트, 폴리헵타덴 아디페이트, 폴리옥탈렌 아디페이트, 폴리에틸렌 글루타레이트, 폴리프로필렌 글루타레이트, 폴리부틸렌 글루타레이트, 폴리펜틸렌 글루타레이트, 폴리헥살렌 글루타레이트, 폴리헵타덴 글루타레이트, 폴리옥탈렌 글루타레이트, 폴리에틸렌 피멜레이트, 폴리프로필렌 피멜레이트, 폴리부틸렌 피멜레이트, 폴리펜틸렌 피멜레이트, 폴리헥살렌 피멜레이트, 폴리헵타덴 피멜레이트, 폴리(프로폭실화 비스페놀 푸마레이트), 폴리(프로폭실화 비스페놀 석시네이트), 폴리(프로폭실화 비스페놀 아디페이트), 폴리(프로폭실화 비스페놀 글루타레이트), 이들의 혼합물, 공중합체 또는 배합물 등이 포함된다.
- <121> 유화 응집 공정에 의해 형성된 폴리에스테르 토너 입자는 미국 특허공보 제5,593,807호, 미국 특허공보 제5,290,654호, 미국 특허공보 제5,308,734호 및 미국 특허공보 제5,370,963호와 같은 다수의 특허에 설명되어 있다. 적합한 폴리에스테르 입자의 추가의 예로는 미국 특허공보 제6,387,581호 및 제6,395,445호와 같은 다수의 특허에 설명된 바와 같은 리튬 및/또는 나트륨 설펜화 폴리에스테르 수지를 갖는 것들이 포함된다. 폴리에스테르는 상기 언급된 문헌들에 설명된 임의의 폴리에스테르 재료를 포함할 수 있다.
- <122> 폴리에스테르 기재 유화 응집 입자의 제조방법의 예로는, 폴리에스테르 수지 유화액, 예를 들면, 1종 이상의 계면활성제를 함유한 수성 기재의 유화액을 반응기 내에서 하전시킨 후 교반하면서 반응기에 착색제를 첨가하는 방법을 들 수 있다. 임의로 왁스 분산액을 첨가할 수 있다. 혼합물을 교반하고 목적 온도, 예를 들면, 약 40 내지 약 70°C, 구체적으로 약 45 내지 약 70°C 또는 약 40 내지 약 65°C로 가열한다. 응집체의 용액을 혼합물에 펌프로 첨가하여 폴리에스테르 입자의 성장/응집을 개시한다. 이어서, 추가량의 수지 유화액을 첨가할 수 있는데, 이 때 염료, 안료 또는 이들의 혼합물과 같은 착색제를 실질적으로 함유하지 않는 셀이 응집 착색 입자의 코어 위에 형성되는 것이 바람직하다. 이어서 반응의 종결을 위해 반응기의 온도를, 예를 들면, 약 45 내지 약 75°C, 구체적으로 약 50 내지 약 75°C 또는 약 45 내지 약 70°C로 높여서 적합한 구상화 및 응집을 달성함으로써 목적하는 평균 입도와 형상을 얻을 수 있다. 슬러리를 냉각, 세척 및 건조시킬 수 있다.
- <123> 유화 응집 입자에 적합한 아크릴 수지 결합체의 예로는 폴리(스티렌-알킬 아크릴레이트), 폴리(스티렌-1,3-디엔), 폴리(스티렌-알킬 메타크릴레이트), 폴리(스티렌-알킬 아크릴레이트-아크릴산), 폴리(스티렌-1,3-디엔-아크릴산), 폴리(스티렌-알킬 메타크릴레이트-아크릴산), 폴리(알킬 메타크릴레이트-알킬 아크릴레이트), 폴리(알킬 메타크릴레이트-아릴 아크릴레이트), 폴리(아릴 메타크릴레이트-알킬 아크릴레이트), 폴리(알킬 메타크릴레이트-아크릴산), 폴리(스티렌-알킬 아크릴레이트-아크릴로니트릴-아크릴산), 폴리(스티렌-1,3-디엔-아크릴로니트릴-아크릴산), 및 폴리(알킬 아크릴레이트-아크릴로니트릴-아크릴산)과 같은 중합체; 폴리(스티렌-부타디엔), 폴리(메틸스티렌-부타디엔), 폴리(메틸 메타크릴레이트-부타디엔), 폴리(에틸 메타크릴레이트-부타디엔), 폴리(프로필 메타크릴레이트-부타디엔), 폴리(부틸 메타크릴레이트-부타디엔), 폴리(메틸 아크릴레이트-부타디엔), 폴리(에틸 아크릴레이트-부타디엔), 폴리(프로필 아크릴레이트-부타디엔), 폴리(부틸 아크릴레이트-부타디엔), 폴리(스티렌-이소프렌), 폴리(메틸스티렌-이소프렌), 폴리(메틸 메타크릴레이트-이소프렌), 폴리(에틸 메타크릴레이트-이소프렌), 폴리(프로필 메타크릴레이트-이소프렌), 폴리(부틸 메타크릴레이트-이소프렌), 폴리(메틸 아크릴레이트-이소프렌), 폴리(에틸 아크릴레이트-이소프렌), 폴리(프로필 아크릴레이트-이소프렌), 폴리(부틸 아크릴레이트-이소프렌), 폴리(스티렌-프로필 아크릴레이트), 폴리(스티렌-부틸 아크릴레이트), 폴리(스티렌-부타디엔-아크릴산), 폴리(스티렌-부타디엔-메타크릴산), 폴리(스티렌-부타디엔-아크릴로니트릴-아크릴산), 폴리(스티렌-부틸 아크릴레이트-아크릴산), 폴리(스티렌-부틸 아크릴레이트-메타크릴산), 폴리(스티렌-부틸 아크릴레이트-아크릴로니트릴), 및 폴리(스티렌-부틸 아크릴레이트-아크릴로니트릴-아크릴산)으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 수지를 함유하는 라텍스가 포함된다.

- <124> 유화 응집 방법에 의해 생성되는 아크릴레이트 토너 입자는 미국 특허공보 제5,278,020호, 미국 특허공보 제 5,346,797호, 미국 특허공보 제5,344,738호, 미국 특허공보 제5,403,693호, 미국 특허공보 제5,418,108호 및 미국 특허공보 제5,364,729호와 같은 다수의 특허에 설명되어 있다. 아크릴레이트는 상기 언급된 문헌들에 설명된 임의의 재료들을 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 아크릴레이트 중합체는 β -카복시에틸아크릴레이트도 포함할 수 있는 스티렌-부틸 아크릴레이트와 같은 스티렌-아크릴레이트 공중합체일 수 있다.
- <125> 이와 같이, 결합제는 상세하게 스티렌-알킬 아크릴레이트, 예를 들면, 스티렌-부틸 아크릴레이트 공중합체 수지, 또는 스티렌-부틸 아크릴레이트- β -카복시에틸 아크릴레이트 중합체 수지로 이루어질 수 있다.
- <126> 아크릴레이트 중합체 결합제의 제조에 사용되는 단량체의 예로는 1종 이상의 스티렌, 메타크릴레이트, 부틸아크릴레이트, β -카복시에틸 아크릴레이트(β -CEA) 등과 같은 아크릴레이트, 부타디엔, 이소프렌, 아크릴산, 메타크릴산, 이타콘산, 아크릴로니트릴, 디비닐벤젠 등과 같은 벤젠 등이 포함될 수 있다. 중합체의 분자량을 조절하기 위하여 공지된 사슬 전이제를 사용할 수 있다. 사슬 전이제의 예로는 도데칸티올, 도데실머captan, 옥탄티올, 카본 테트라브로마이드, 카본 테트라클로라이드 등이 있으며, 여러 가지 적합한 양, 예를 들면, 단량체의 약 0.1 내지 약 10중량%, 바람직하게는 단량체의 약 0.2 내지 약 5중량%로 사용된다. 또한, 고분자량 중합체를, 예를 들면, 약 0.01 내지 약 25중량%, 바람직하게는 약 0.5 내지 약 10중량%의 효과적인 양으로 얻기 위해서 테칸디올디아크릴레이트 또는 디비닐 벤젠과 같은 가교결합제를 단량체 계에 포함시킬 수 있다.
- <127> 아크릴레이트 기재의 유화 응집 입자를 제조하는 방법의 한 예는 먼저 수지 유화액, 예를 들면, 1종 이상의 계면활성제, 착색제 및 응집제를 임의로 함유하는 수성 기재 유화액을 수지의 유리 전이 온도(Tg)(Tg는 일반적으로 약 50 내지 약 80°C 범위 또는 약 52 내지 약 65°C 범위이다) 또는 그보다 높은 온도, 구체적으로는 수지의 Tg보다 5 내지 약 50°C 더 높은 온도에서 혼합하는 단계를 포함할 수 있다. 입자를 목적하는 크기로 성장 또는 응집되도록 한다. 이어서, 응집 입자를 위한 외부의 쉘 재료, 예를 들면, 염료, 안료 또는 이들의 혼합물과 같은 착색제를 실질적으로 함유하지 않는 결합체 수지를 주성분으로 하는 재료를 응집 착색 입자의 코어 위에 첨가하여 응집 입자 위에 약 0.1 내지 약 2미크론의 두께를 갖는 쉘을 형성할 수 있다. 이어서, 예를 들면, 염기를 첨가함으로써 응집을 중지시킨다. 이어서 약 60 내지 약 98°C의 승온에서 적합한 모양과 형태가 얻어질 때까지 입자를 응집시킬 수 있다. 이 후 입자를 임의로 습식 체분리, 여과에 의한 세척, 및/또는 건조와 같은 추가의 처리를 수행할 수 있다.
- <128> 상기 논의된 바와 같은 유화 응집 입자의 제조에 사용되는 계면활성제의 예로는 음이온성, 양이온성, 비이온성 계면활성제 등이 있다.
- <129> 토너 제조는 상술한 바와 같이 전형적으로는 수성 환경(물)에서 수행되며, 전기영동 잉크는 비수성 환경(오일)에서 제조된다. 토너 제조시 과량의 계면활성제를 제거하기 위하여 최종의 수 세척 단계를 수행한다. 토너 입자의 표면에 잔류하거나 입자 자체의 내부에 포집된 미량의 계면활성제는 잔류되어 입자의 낮은 전도도에 영향을 줄 수 있다. 그러나, 계면활성제는 물에 존재하기를 선호하기 때문에 실제로 오일에 유입되는 계면활성제의 양은 극히 적다. 그 결과 유체 매체는 목적하는 낮은 전도도를 갖는다.
- <130> 일부 양태에서, 유화 응집 입자는 약 0.5 내지 약 25 μ m, 예를 들면, 약 5 내지 약 15 μ m 또는 약 5 내지 약 12 μ m의 평균 입도를 갖도록 제조될 수 있다. 입도는 임의의 적합한 장치, 예를 들면, 통상의 쿨터(Coulter) 계수기를 사용하여 측정할 수 있다.
- <131> 유화 응집 입자는 실질적으로 단분산성 크기를 가져서 부피 (D84/D50)에 의한 상위 기하 표준 편차(GSD)가 약 1.1 내지 약 1.25 범위가 되도록 할 수도 있다. 총 토너 입자의 누적 비율이 50%에 도달될 때의 입경을 부피 D50으로 정의하고, 84%의 누적 비율이 도달될 때의 입경을 부피 D84로 정의한다. 상기 언급된 부피 평균 입도 분포 지수(GSDv)를 누적 분포에서의 D50 및 D84를 사용하여 표현할 수 있으며, 이 때 부피 평균 입도 분포 지수 GSDv를 (부피 D84/부피 D50)으로 표현한다. 토너 입자에 대한 상위 GSDv 값은 토너 입자가 매우 좁은 입도 분포를 갖도록 만들어졌음을 나타낸다.
- <132> 유화 응집 입자는 또한 매우 원형에 가깝도록 제조됨으로써 디스플레이 매체 내에서의 이동에 대해 더욱 우수한 유동 특성을 나타낼 수 있다. 다시 말해, 입자가 원형이면서 매끄러울수록 더 높은 전기영동 이동성을 갖고 따라서 더욱 빠른 디스플레이 응답 시간을 갖는다. 원형도는 입자가 완벽한 구에 근사하는 것에 대한 척도이다. 원형도 1은 완벽한 원형의 구 모양을 갖는 입자를 가리킨다. 유화 응집 입자는 약 0.92 내지 약 0.99, 예를 들면, 약 0.94 내지 약 0.98 또는 약 0.95 내지 약 0.97의 평균 원형도를 가질 수 있다. 원형도는 공지된 맬버른 시스멕스 유동 입자 영상 분석기(Malvern Sysmex Flow Particle Image Analyzer) FPIA-2100을 사용하여 측정할

수 있다.

- <133> 일부 양태에서, 입자의 결합체는 이원적 분자량 분포를 갖도록(즉, 적어도 2개의 상이한 분자량 영역에서 분자량 피크를 갖도록) 상이한 분자량을 갖는 2종의 결합체 재료의 혼합물로 이루어질 수 있다. 예를 들면, 결합체는 제1의 저분자량 결합체(예: 비-가교결합된 결합체)와 제2의 고분자량 결합체(예: 가교결합된 결합체)로 이루어질 수 있다. 제1 결합체는 겔 투과 크로마토그래피(GPC)에 의해 측정된 수 평균 분자량(Mn)이, 예를 들면, 약 1,000 내지 약 30,000, 더욱 상세하게는 약 5,000 내지 약 15,000이고 중량 평균 분자량(Mw)이, 예를 들면, 약 1,000 내지 약 75,000, 더욱 상세하게는 약 25,000 내지 약 40,000이며, 유리 전이 온도는, 예를 들면, 약 40 내지 약 75°C일 수 있다. 제2 결합체는 예컨대 1,000,000 이상의 Mw 및 Mn과 같이 실질적으로 더 큰 수 평균 및 중량 평균 분자량을 갖고 약 35 내지 약 75°C의 유리 전이 온도를 가질 수 있다. 유리 전이 온도는, 예를 들면, 결합체 내의 아크릴레이트의 양을 조절함으로써 제어할 수 있다. 예를 들면, 아크릴레이트의 함량을 높이면 결합체의 유리 전이 온도를 감소시킬 수 있다. 제2 결합체는 라텍스의 광범위한 겔화와 높은 분자량으로 인해서 고도의 가교결합 중합체인 겔이라고 불리울 수도 있다. 이 양태에서, 겔 결합체는 총 결합체의 약 0 중량% 내지 약 50중량%, 바람직하게는 총 결합체의 약 8 내지 약 35중량%의 양으로 존재할 수 있다.
- <134> 먼저, 저분자량의 결합체는 상기 언급한 중합체 결합체 물질중 어느 하나로부터 선택할 수 있다. 제2 겔 결합체는 제1 결합체와 동일하거나 상이할 수 있다. 예를 들면, 아크릴레이트 결합체의 경우, 제2 겔 결합체는 폴리(스티렌-알킬 아크릴레이트), 폴리(스티렌-부타디엔), 폴리(스티렌-이소프렌), 폴리(스티렌-알킬 메타크릴레이트), 폴리(스티렌-알킬 아크릴레이트-아크릴산), 폴리(스티렌-알킬 메타크릴레이트-아크릴산), 폴리(알킬 메타크릴레이트-알킬 아크릴레이트), 폴리(알킬 메타크릴레이트-아릴 아크릴레이트), 폴리(아릴 메타크릴레이트-알킬 아크릴레이트), 폴리(알킬 메타크릴레이트-아크릴산), 폴리(스티렌-알킬 아크릴레이트-아크릴로니트릴아크릴산) 및 폴리(알킬 아크릴레이트-아크릴로니트릴-아크릴산) 및/또는 이들의 혼합물과 같은 상당히 가교결합된 물질로 구성될 수 있다. 양태에 있어서, 겔 결합체는 제1 결합체와 동일하며, 모두 스티렌 아크릴레이트, 예를 들면, 스티렌-부틸 아크릴레이트 또는 스티렌-부틸 아크릴레이트-β-카복시 에틸 아크릴레이트의 스티렌-부틸 아크릴레이트이다. 제2 겔 결합체의 고분자량은, 예를 들면, 보다 많은 양의 스티렌을 단량체 시스템으로 포함시키고, 보다 많은 양의 가교결합체를 단량체 시스템으로 포함시키고/시키거나, 보다 적은 양의 연쇄 전달제를 포함하여 성취할 수 있다.
- <135> 또 다른 양태로, 에멀전 응집 입자는 코어-셸 구조를 갖는다. 이 양태에서, 코어는 적어도 결합체 및 착색제를 포함한, 상기 논의한 입자 물질로 구성된다. 코어 입자를 형성하고 원하는 크기로 응집시킨 경우에, 얇은 외부 셸이 코어 입자 위에 형성된다. 셸은 다른 성분이 경우에 따라 그 안에 포함될 수 있음에도 불구하고, 단지 결합체 물질로 구성될 수 있다. 셸은 코어 입자의 라텍스와 동일한 라텍스 수지로 구성될 수 있다. 셸 라텍스는 전체 결합체 물질의 약 5 내지 약 40중량%, 예를 들면, 전체 결합체 물질의 약 5 내지 약 30중량%의 양으로 코어 응집체에 부가될 수 있다. 응집체 상의 셸 또는 피복물은 두께를 가질 수 있으며, 이때 셸의 두께는 약 0.2 내지 약 1.5μm, 예를 들면, 약 0.3 내지 약 1.2μm 또는 약 0.5 내지 약 1μm이다.
- <136> 존재하는 경우에, 코어 및 셸을 포함한, 결합체의 전체 양은 고체 기준으로 에멀전 응집 입자(외부 부가제를 제외한 토너 입자)의 약 60 내지 약 95중량%, 예를 들면, 입자의 약 70 내지 약 90중량%의 범위일 수 있다.
- <137> 입자는 또한 안정한 유리-라디칼 중합법을 통해 유도된 씨드 입자로부터 출발하여 에멀전 응집에 의해 제조할 수 있다. 이러한 안정한 유리-라디칼 중합(SFRP) 공정은, 예를 들면, 미국 특허공보 제5,32,912호에 기술된 바와 같이, 당해 분야에 공지되어 있다. SFRP 공정에서, 중합체의 쇄 전달은 "슈도-리빙(pseudo-living)"으로서 언급되는데, 이는 안정한 유리-라디칼체가 전달 쇄에 부가되어, 쇄가 일시적이지만, 가역적으로 종결화되기 때문이다. 이는 입자 전하를 증진시키는 단량체를 혼입시킬 수 있는 블록 공중합체의 형성을 허용한다. 이러한 차단 특성으로 인하여 단량체는 입자 표면(특히, 이들이 친수성 단량체로부터 형성되는 경우에)에 존재할 수 있으므로, 입자의 전하는 증진된다. 이러한 단량체는 아민(예: 아미노에틸아크릴레이트 또는 메타크릴레이트), 설포네이트(예: 스티렌설포네이트), 산(예: β-카복시에틸아크릴레이트 또는 메타크릴레이트) 또는 이온화되거나 사급화될 수 있는 특정 헤테로 원자 단량체일 수 있다. SFRP의 생성 중합체는 수성 상에 분산되어 상기 논의된 에멀전 응집 공정의 출발 라텍스를 형성한다. 따라서, SFRP는 에멀전 응집 입자에 대한 결합체로서 상기 기술한 중합체 중 하나를 형성하는 데 사용될 수 있다.
- <138> 중합체 결합체 및 착색제 이외에, 입자는 또한 왁스 분산제를 함유할 수 있다. 선형 폴리에틸렌 왁스(예: POLYWAXR 라인 왁스; 제조원: 베이커 페트롤라이트)가 유용하다. 물론, 왁스 분산제는 또한 폴리프로필렌 왁스, 카르나우바 왁스 등을 포함한 당해 분야에 공지된 다른 왁스 및 왁스의 혼합물을 포함할 수 있다. 토너

는, 예를 들면, 고체 기준으로 약 1 내지 약 15중량%의 왁스 입자, 예를 들면, 약 3 내지 약 12중량% 또는 약 5 내지 약 10중량%의 입자를 함유할 수 있다.

- <139> 또한, 착색 입자는 또한 임의로 응고제 및/또는 유동제(예: 콜로이드성 실리카)를 함유할 수 있다. 적절한 임의의 응고제는 잘 공지된 응고제 폴리알루미늄 클로라이드(PAC) 및/또는 폴리알루미늄 설포실리케이트(PASS)를 포함하는, 당해 분야에 공지되어 있거나 사용되는 응고제를 포함한다. 응고제는 외부 부가제를 배제하고 무수 중량 기준으로 하여, 토너 입자의 0 내지 약 3중량%, 예를 들면, 약 0 이상, 약 2중량%의 양으로 토너 입자에 존재한다. 존재하는 경우에, 유동제는 콜로이드성 실리카(예: SNOWTEX OL/OS 콜로이드성 실리카)일 수 있다. 콜로이드성 실리카는 외부 부가제를 배제하고 무수 중량 기준으로 하여, 토너 입자의 0 내지 약 15중량%, 예를 들면, 약 0 이상, 약 10중량%의 양으로 토너 입자에 존재한다.
- <140> 필요하지 않지만, 토너는 또한, 예를 들면, 토너의 약 0.1 내지 약 5중량%의 적절한 유효량으로 부가의 공지된 포지티브 또는 네거티브 전하 부가제(예: 알킬 피리디늄 할라이드, 비설페이트, 미국 특허 제4,338,390호에 기재한 바와 같은 유기 설페이트와 설포네이트 조성물, 세틸 피리디늄 테트라플루오로보레이트, 디스테아릴 디메틸 암모늄 메틸 설페이트, 알루미늄 염 또는 착화합물 등을 포함한 4급 암모늄 화합물)를 포함할 수 있다.
- <141> 양태에서, 디스플레이 매질로 혼입되는 착색 입자의 하나 이상의 세트는 가교결합된 에멀전 응집 입자를 포함한다. 가교결합은, 예를 들면, 열경화 또는 방사, 예를 들면, UV, 경화를 포함한, 적절한 방법에 의해 성취할 수 있다. 가교결합은, 예를 들면, 개시제와 함께 조성물로 가교결합 가능한 단량체 또는 올리고머 부가제를 포함시키고, 조성물을 경화 환경(예: 열경화를 위한 승온 또는 방사 경화를 위한 UV 광)에 노출시켜 부가제의 경화를 수행함으로써 성취되는 고분자량 상태를 의미한다. 조성물의 다른 성분, 예를 들면, 다른 결합제 수지 성분을 또한 가교결합에 포함시킬 수 있다.
- <142> 겔 함량은 입자에서 가교결합의 정도를 한정하는 데 사용될 수 있다. 가교결합은 개개 중합체 쇄에 비하여 강도가 상당히 증가되고, 용매 용해도는 덜한 겔 부분을 형성한다. 겔 함량은 가교결합되어 겔 네트워크의 일부를 구성하는 중합체 입자의 중합체 쇄 비율을 의미한다. 양태에 있어서, 입자는 겔 함량이 약 10 내지 약 100%, 예를 들면, 약 20 내지 약 80% 또는 약 25 내지 약 75%일 수 있다.
- <143> 중합체 입자의 겔 함량은, 예를 들면, 가교결합된 중합체 물질의 중량이 수득될 수 있는, 가교결합 공정이 완결된 후에 반응 생성물을 속슬레 추출에 의해 계속해서 추출함으로써 정량적으로 측정한다. 연속 추출법으로 가용성인 중합체가 통상 습기 또는 용매에 가용성이 아닌 가교결합된 중합체 매스로부터 제거되도록 할 수 있다. 따라서, 중합체가 가용성이고, 가교결합된 부분은 불용성인 용매의 사용이 공정에 사용된다. 가교결합된 중합체 물질의 중량을 계속해서 추출되는 물질의 전체 중량으로 나누고 100을 곱하여, 겔 함량을 수득할 수 있다. 가교결합도는 가교결합 공정의 시간 및/또는 강도를 조절하고/하거나, 입자중 가교결합성 물질의 농도에 의해 조절할 수 있다.
- <144> 상기 논의된 바와 같이, 탄화수소 유체(예: 이소파라 M)는 전기영동 디스플레이 매질에 대해 사용되는 바람직한 유체이다. 그러나, 에멀전 응집 입자 세트와 함께 이러한 유체 시스템을 사용하면, 예를 들면, 에멀전 응집 수지의 팽윤을 유발하고, 팽윤된 입자로부터 성분 입자(예: 왁스, 표면 처리 시약 등)를 침출시키는 유체로 인하여 장치 분해를 유발할 수 있다.
- <145> 가교결합성 입자는 결합제에 하나 이상의 가교결합 부가제를 포함하여 제조할 수 있다. 상기 기술된 에멀전 응집 입자 형성 공정 후에, 토너 입자는, 예를 들면, UV 방사를 포함하는, 방사 경화 단계에 적용시켜 가교결합 공정을 수행함으로써, 용매 팽윤에 대한 내성이 우수하고, 또한 승온에서 연화/용융에 대한 내성이 개선된 실한 입자를 생성한다.
- <146> 가교결합 부가제는 에멀전 응집 수지 결합제의 형태로 부가되어 이로부터 제조되는 입자가 UV 가교결합될 수 있도록 한다. 따라서, 하나 이상의 가교결합 부가제가 아크릴레이트 또는 폴리에스테르 형태의 에멀전 응집 수지에 포함될 수 있다. 부가제는, 예를 들면, 입자 중 전체 결합제의 약 0.5 내지 약 50중량%, 예를 들면, 약 0.5 내지 약 25중량% 또는 약 1 내지 약 20중량%의 양으로 존재할 수 있다.
- <147> 가교결합 부가제의 예로는 다작용성 아크릴레이트(예: 디아크릴레이트, 트리아크릴레이트, 테트라아크릴레이트 등)가 포함된다. 예를 들면, 다작용성 아크릴레이트 단량체 또는 올리고머는 디아크릴레이트[예: 프로폭시화 네오펜틸 글리콜 디아크릴레이트(제조원: 아토피나(Atofina), 사르토마(Sartomer) SR 9003으로), 1,6-헥산디올 디아크릴레이트(사르토마 SR 238), 트리프로필렌 글리콜 디아크릴레이트, 디프로필렌 글리콜 디아크릴레이트, 지방족 디아크릴레이트 올리고머(CN 132, 제조원: 아토피나), 지방족 우레탄 디아크릴레이트(CN 981, 제조원:

아토피나), 방향족 우레탄 디아크릴레이트(CN 976, 제조원: 아토피나) 등], 트리아크릴레이트 또는 보다 고작용성 단량체 또는 올리고머[예: 아민 개질된 폴리에테르 아크릴레이트(PO 83 F, LR 8869 및/또는 LR 8889로 가능함; 제조원: 바스프 코포레이션(BASF Corporation)], 트리메틸올 프로판 트리아크릴레이트(사르토마, SR 351), 트리스(2-하이드록시 에틸)이소시아누레이트 트리아크릴레이트(사르토마 SR 368), 방향족 우레탄 트리아크릴레이트(CN 970, 제조원: 아토피나), 디펜타에리트리톨 펜타-/헥사-아크릴레이트, 펜타에리트리톨 테트라아크릴레이트(사르토마 SR 295), 에톡시화 펜타에리트리톨 테트라아크릴레이트(사르토마 SR 494), 디펜타에리트리톨 펜타아크릴레이트(Sartom SR 399) 등] 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다. 적절한 가교결합 부가제의 추가의 예로는 염소화 폴리에스테르 아크릴레이트(사르토마 CN 2100), 아민 개질된 에폭시 아크릴레이트(사르토마 CN 2100), 방향족 우레탄 아크릴레이트(사르토마 CN 2901) 및 폴리우레탄 아크릴레이트[라로마(Laromer) LR 8949; 제조원: 바스프]가 포함된다. 사용될 수 있는 다른 불포화 경화성 수지가 미합중국 특허 공고 번호 제 2005/0137278 A1호에 기술되어 있다.

- <148> 가교결합 개시제가 또한 가교결합 부가제에 포함된다. 광개시제[예: 2,4,6-트리메틸벤조일디페닐포스핀 옥사이드(바스프 루시린(BAFF Lucirin)) TPO로서 가능함), 2,4,6-트리메틸벤조일에톡시페닐포스핀 옥사이드(바스프 루시린 TPO-L로서 가능함), 비스(2,4,6-트리메틸벤조일)-페닐-포스핀 옥사이드[시바 이르가 큐어(Ciba IRGA CURE) 819로서 가능함] 및 다른 아실 포스핀, 2-벤질-2-디메틸아미노-1-(4-모르폴리노페닐)부타논-1(시바이르가 큐어 369로서 가능함), 티타노센 및 이소프로필티옥산톤, 1-하이드록시-사이클로헥실페닐케톤, 벤조페논, 2,4,6-트리메틸벤조페논, 4-메틸벤조페논, 2-메틸-1-(4-메틸티오)페닐-2-(4-모르폴리닐)-1-프로판, 디페닐-(2,4,6-트리메틸벤조일)포스핀 옥사이드, 2,4,6-트리메틸벤조일페닐포스핀산 에틸 에스테르, 올리고(2-하이드록시-2-메틸-1-(4-메틸비닐)페닐)프로판, 2-하이드록시-2-메틸-1-페닐-1-프로판, 벤질-디메틸케탈 및 이들의 혼합물]가 사용될 수 있다. 아민 상승제, 예를 들면, 에틸-4-디메틸아미노벤조에이트 및 2-에틸헥실-4-디메틸아미노 벤조에이트가 또한 사용될 수 있다. 이 리스트는 철저히 하지 못하며, 방사선(예: UV 광)의 원하는 파장에 노출시 유리 라디칼 반응을 개시하는 공지된 광개시제가 사용될 수 있다.
- <149> 라디칼적으로 경화성인 성분에 대해 입자에 포함되는 광개시제의 전체량은, 예를 들면, 약 0.5 내지 약 20중량%, 예를 들면, 바람직하게는 약 1 내지 약 15중량% 또는 약 1 내지 약 10중량%일 수 있다.
- <150> 가교결합 가능한 입자의 제조시, 입자는 상기 언급한 에멀전 응집법 중 하나와 동일하게, 단 하나 이상의 가교결합 부가제 및 광개시제가 에멀전에 포함되는 것만 변형하여 제조할 수 있다. 그 다음에, 입자를 응집시키고/시킴거나, 정상적으로 통합시킨다. 입자 형성이 완결된 후에, 입자를 방사선(예: 열 또는 UV 방사선)에 적용시켜 가교결합을 개시하여 수행할 수 있다. 방사 경화에 이어서, 입자는 여전히 실질적으로 동일한 크기 및 형태를 갖지만, 가교결합되어 용매 및 고온 용융에 대한 내성이 훨씬 커진다.
- <151> 양태에 있어서, 디스플레이 매질로 혼입되는 착색 입자의 하나 이상의 세트는 수지로 혼입된 말레산 무수물 및/또는 말레산 작용성을 갖는 중합체로부터 유도되는 에멀전 응집 입자를 포함한다. 물의 존재하에, 말레산 무수물 그룹은 카복실산 그룹(말레산)으로 가수분해된다. 입자의 제조시 사용되는 중합체 수지의 제조 형태에 따라, 말레산 무수물 그룹의 가수분해도는 변할 수 있다. 에멀전 응집 공정에서, 도입된 산 그룹은 입자에 실질적으로 균일한 네거티브 전하를 부여할 뿐만 아니라, 보다 큰 입자로의 응집을 허용한다. 환언하면, 에멀전 응집 공정에서, 산 작용성은 중합체 라텍스로부터 보다 큰 크기의 입자로 성장하도록 허용하는 응집/통합 부위로서 사용된다. 더욱이, 산 작용성, 예를 들면, 카복실(COOH)산 작용성은 입자에 실질적으로 균일한 네거티브 전하를 부여할 수 있다.
- <152> 이들 입자의 사용시 잇점은 입자의 네거티브 전하가 세트의 입자중 실질적으로 균일하다는 것이다. 동일하게 착색된 입자 세트의 입자중 실질적으로 균일한 전하는, 예를 들면, 세트의 두 제시된 입자중 전하가 서로의 약 20% 이내(예: 약 10% 이내)가 되도록 하는 전하 분포를 의미한다. 결과적으로, 세트의 모든 입자의 전기영동 이동성은 실질적으로 동일하여, 세트의 입자가 전기장의 적용시 실질적으로 동일한 반응 시간을 가지도록 한다. 실질적으로 균일한 전하를 보증함으로써, 전기장의 적용시 실질적으로 균일한 이동성 및 반응 시간이 의도하지 않는 착색 입자 한 세트와 상이하게 착색된 입자 세트와의 혼합을 피하는 데 유용한데, 예를 들면, 착색 세트 입자중 일부는 전기장에 대해 적절히 반응하지 못하고, 상이한 세트의 상이하게 착색된 입자가 착색 입자 세트로 통합될 수 있도록 하기 때문이다. 의도하는 상의 색상 분해는 세트의 입자중 전하 균일성의 결여로부터 유발될 수 있다.
- <153> 말레산 무수물 작용성을 갖는 중합체의 형성은 2005년 5월 31일자로 출원된 특허원 제11/139,543호에 기술되어 있다. 특히, 중합체/도너 단량체, 유리 라디칼 개시제, 안정한 유리 라디칼제, 임의의 부가제 또는 상기 확인

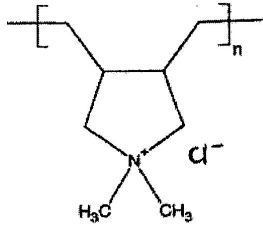
된 특허출원에 기술된 다른 성분중 어느 하나가 본 명세서에 적절히 사용될 수 있다. 말레산 무수물 작용성을 포함하도록 제조될 수 있는 중합체/도너 단량체의 예로는, 예를 들면, 스티렌, 부틸 아크릴레이트, 카복시 에틸 아크릴레이트 및 이들의 혼합물 등이 포함된다.

- <154> 말레산 무수물 작용성은 중합체의 제조 단계에서 중합체로 혼입시킬 수 있고, 말레산으로의 전환도도 또한 제조 형태에 의해 변화될 수 있다. 예를 들면, 말레산 무수물 작용성은 벌크 중합 단계에서 또는 라텍스 형성 단계에서 중합체로 도입될 수 있으며, 이 라텍스는, 예를 들면, 에멀전 중합 등에 의해 입자의 후속 형성에 사용된다. 벌크 중합시, 공정은 물의 부재하에 수행하며, 말레산 무수물 작용성은 완전히 남게 된다. 이 수지를 라텍스로 유화시키는 경우에, 단지 표면 말레산 무수물 그룹이 산 형태로 전환된다. 환언하면, 말레산 무수물 작용성을 함수성 중합체 라텍스로 부가하는 경우에, 모든 말레산 무수물 그룹은 산 형태로 가수분해된다. 입자는 상기 논의한 에멀전 응집 공정중 어느 하나를 통해, 출발 라텍스로서 상기 언급한 말레산 무수물 작용성 중합체 라텍스를 사용하는, 에멀전 중합 등에 의해 제조될 수 있다.
- <155> 에멀전 응집 공정에서, 응집은 수성 매질중 라텍스(들)를 사용하여 수행한다. 결과적으로, 산 작용성, 예를 들면, 카복실산 그룹이 입자에 부여되는데, 이는 말레산 무수물이 수성 매질에서 가수분해되기 때문이다. 응집 과정에 필요치 않는 과량의 산 작용성은 입자에 의해 나타나는 네거티브 전하를 제공할 수 있다.
- <156> 양태에 있어서, 디스플레이 매질로 혼입되는 착색 입자의 하나 이상의 세트, 예를 들면, 1 내지 10개(예: 1 내지 4 또는 2 내지 4세트) 세트는 입자, 예를 들면, 입자 세트의 입자에 실질적으로 균일한 포지티브 전하를 부여하는 양이온성 중합체로 표면 처리된 에멀전 응집 입자(예: 에멀전 응집 폴리에스테르 또는 에멀전 응집 아크릴레이트 입자)를 포함한다. 따라서, 이들 입자의 사용시 잇점은 입자의 포지티브 전하가 세트의 입자중 실질적으로 균일하다는 것이다. 동일하게 착색된 입자 세트의 입자중 실질적으로 균일한 전하는, 예를 들면, 세트의 두 상이한 입자중 전하가 서로의 약 20% 이내(예: 약 10% 이내)가 되도록 하는 전하 분포를 의미한다. 결과적으로, 세트의 모든 입자의 전기영동 이동성은 실질적으로 동일하여, 세트의 입자가 전기장의 적용시 실질적으로 동일한 반응 시간을 가지도록 한다. 실질적으로 균일한 전하를 보증함으로써, 전기장의 적용시 실질적으로 균일한 이동성 및 반응 시간이 의도하지 않는 착색 입자 한 세트와 상이하게 착색된 입자 세트와의 혼합을 피하는 데 유용한데, 예를 들면, 착색 세트 입자중 일부는 전기장에 대해 적절히 반응하지 못하고, 상이한 세트의 상이하게 착색된 입자가 착색 입자 세트로 통합될 수 있도록 하기 때문이다. 의도하는 상의 색상 분해는 세트의 입자중 전하 균일성의 결여로부터 유발될 수 있다.
- <157> 양태에 있어서, 양이온성 중합체는 입자에 포지티브 전하를 부여하는 메타크릴레이트 중합체 또는 공중합체, 예를 들면, 아미노메타크릴레이트 중합체[예: 유드라깃(EUDRAGIT) EPO(롬 아메리카(Rohm America))]이다. 선택될 수 있는 특정 양이온성 중합체의 다른 예로는 유드라깃 RL 및 RS[롬 파르마(Rohm Pharma)]가 있으며, 이는 아크릴 및 메타크릴산 에스테르와 저함량의 4급 암모늄 그룹으로부터 합성되는 공중합체이다. 유드라깃 RL 및 RS는 암모늄 그룹 대 잔류하는 중성(메트)아크릴산 에스테르의 몰 비가 상이하다(각각 1:20 및 1:40). 유드라깃 NE는 에틸 아크릴레이트 및 메틸 메타크릴레이트를 기본으로 하는 중성 공중합체의 수성 분산액이다. 유드라깃 RD 100은 나트륨 카복시메틸셀룰로스와 함께 아크릴레이트 및 메타크릴레이트와 4급 암모늄 그룹의 공중합체의 분말 형태이다. 다른 양이온성 중합체는 유드라깃 RTM E(롬 아메리카)이며, 이는 디메틸아미노에틸메타크릴레이트 및 중성 메타크릴산 에스테르의 공중합체이다.
- <158> 사용되는 양이온성 중합체의 농도를 변화시킴으로써, 충전 정도를 변화시킬 수 있다. 예를 들면, 저농도의 양이온성 중합체는 입자에 대한 포지티브 전하가 덜함을 의미한다. 입자 위에 양이온성 중합체의 실질적으로 균일한 피복물을 형성함으로써, 일관된 표면 전하가 수득될 수 있으며, 입자 이동성은 모든 입자에 대해 동일하다. 거시적으로, 토너 입자는 모두 한 번에 이동되는 것으로 나타나, 보다 신속한 클린저 색 전이를 나타낸다.
- <159> 유드라깃 메타크릴레이트 중합체(예: 유드라깃 EPO)는 양이온성이고, pH 의존성이며, pH 5 이하의 용액에서 가용성이다. 따라서, 착색 입자 세트의 입자는 이의 용해된 형태인 양이온성 중합체를 입자의 산성화된 슬러리로 부가하여 양이온성 중합체로 표면 처리할 수 있다. 이어서, pH는 서서히 5 이상, 예를 들면, 약 7 내지 약 12(예: 약 10 내지 약 12)로 증가시켜, 양이온성 중합체가 입자의 표면 위로 침전되도록 한다. 양이온성 중합체는 물의 증발시 입자의 표면 주위에 필름을 형성함으로써 입자를 표면 처리하는 것으로 여겨진다. 처리된 입자 표면은 양이온성 중합체의 양이온 특성을 얻게되어, 포지티브 전하 토너를 생성한다.
- <160> 다른 양태로, 디스플레이 매질로 혼입되는 착색 입자의 하나 이상의 세트, 예를 들면, 1 내지 10개(예: 1 내지 4 또는 2 내지 4개 세트) 세트는 입자, 예를 들면, 다층 피복물의 표면층에 따라, 입자 세트의 입자에 실질적으

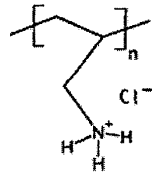
로 균일한 포지티브 전하 또는 실질적으로 균일한 네거티브 전하를 부여하는 교호하는 양이온성 및 음이온성 층의 다층을 그 위에 침착시킨, 에멀전 응집 입자(예: 에멀전 응집 폴리에스테르 또는 에멀전 응집 아크릴레이트 입자)를 포함한다. 예를 들면, 다층 피복물의 표면층이 양이온성 물질인 경우에, 입자는 실질적으로 균일한 포지티브 전하를 나타내며, 다층 피복물의 표면층이 음이온성 물질인 경우에는, 입자는 실질적으로 균일한 네거티브 전하를 나타낸다.

- <161> 상기 논의된 바와 같이, 에멀전 응집 입자를 제조하는 경우에, 이러한 입자는 통상 이의 표면에 음이온성 그룹, 예를 들면, 라텍스 수지로부터 유래되고, 공정에 사용되는 과량의 계면 활성제로부터 기인하는 카복실산 그룹 또는 소디오-설포네이트 그룹 등을 포함한다. 따라서, 에멀전 응집 입자는 통상 상기 논의한 네거티브 전하를 가지며, 물 및 유전성 유체에서 네거티브 전기영동 이동성을 나타낸다. 이 전하는 상기 기술한 바와 같은 전기영동 디스플레이에 입자의 사용을 위해 바람직하고 적합한 반면에, 불균일성일 수 있다. 그러나, 입자 표면에 음이온성 그룹의 존재는 입자 위에 생성되는 부가의 양이온성 및 음이온성 물질을 위한 부위를 제공하며, 이 특성은 입자에 보다 균일한 전하를 제공하는 데 유용하게 사용될 수 있다.
- <162> 예를 들면, 입자 표면 상의 음이온성 그룹은 표면 상의 이동성 양이온과 음이온성 물질 사이에 이온 교환을 가능하게 한다. 결과는 토너 입자 표면 주위에 실질적으로 균일한 나노 스케일의 피복물을 형성하며, 이 피복물은 입자에 포지티브 전하를 부여한다.
- <163> 더욱이, 양이온성 및 음이온성 물질로서, 여러자리 전해질 물질이 사용될 수 있다. 이러한 방법으로, 양이온성 및 음이온성 물질의 교호층이 생성될 수 있다. 즉, 양이온성 여러자리 전해질 층의 형성에 이어서, 표면 양이온성 여러자리 전해질과 음이온성 여러자리 전해질의 이온성 그룹 사이에 이온 교환이 수행되어 표면 위에 균일한 나노 스케일의 음이온성 피복물을 침착시키고, 이 피복물은 입자에 네거티브 전하를 부여한다.
- <164> 침착 공정은 수용액에서 수행하므로, 이 공정은 상기 논의한 에멀전 응집 입자 형성 공정과 매우 화합성이다.
- <165> 양이온성 및 음이온성 여러자리 전해질 물질의 다중 교호층을 침착시키는 것이 바람직하다. 예를 들면, 피복물은 2 내지 약 20개의 전체 층(예: 2 내지 약 10개 또는 2 내지 약 8개의 전체 층)을 함유할 수 있다. 각 층은 대략 두께가 나노 스케일이고, 두께는 약 0.1 내지 약 30nm, 예를 들면, 약 0.5 내지 약 10nm 또는 약 1 내지 약 3nm이다. 교호층의 침착은 입자의 완전한 도포를 가능하게 하며, 이는 단지 단일층 침착과 함께는 일어나지 않을 수 있다. 이는 입자가 보다 균일한 전하 밀도를 가질 수 있도록 한다.
- <166> 일반적으로, 여러자리 전해질의 침착을 통해 성취되는 제타 전위(mV)는 약 5 내지 약 100 mV, 예를 들면, 양이온성 여러자리 전해질 표면층의 경우에는, 약 5 내지 약 75 mV 또는 약 10 내지 약 50 mV 및 약 -5 내지 약 -120 mV, 예를 들면, 음이온성 여러자리 전해질 표면층의 경우에는, 약 -5 내지 약 -100 mV 또는 약 -10 내지 약 -80 mV로 변할 수 있다. 일반적으로, 용액에 분산되는 각 입자는 통상 고정층으로 언급되는 반대 전하 이온에 의해 둘러싸인다. 고정층의 외부는, 통상 확산 이중층으로 언급되는 구름-형 영역을 형성하는, 반대 입자 이온의 상이한 조성이 존재하며, 전체 영역은 전기적으로 중성이다. 전압을 입자가 분산되는 용액에 적용시키는 경우에, 입자는 고정층 및 확산 이중층의 일부, 또는 "미끄러짐면"의 내부 면에 의해 수반되는 반대 극성의 전극으로 끌린다. 제타 전위는 이러한 "미끄러짐면"을 포함하는 이러한 내부 영역의 전위인 것으로 여겨진다. 이러한 전위가 0에 이르면, 입자는 응집되려 한다.
- <167> 다중 교호층의 침착은 또한 상이한 착색 입자 세트중에 상이한 전하 밀도를 생성할 수 있다. 예를 들면, 각 층이 동일한 양이온성 및 음이온성 여러자리 전해질로 구성되는 다중 피복물을 갖는 제1 입자 세트는 특정 전하 밀도를 나타내는 반면에, 다중 피복물중 하나 이상의 층이 다중 피복물의 다른 여러자리 전해질과는 상이한 양이온성 여러자리 전해질 또는 음이온성 여러자리 전해질을 사용하는 유사한 입자 세트는 제1 입자 세트와는 상이한 전하 밀도를 나타낼 수 있다. 따라서, 다중 피복물에서 상이한 여러자리 전해질의 사용으로 상이한 입자 세트중에 상이한 전하 밀도를 성취할 수 있다. 이는 상이한 입자 세트가 동일한 디스플레이 매질에 사용되고, 상이한 입자 세트가 갖는 상이한 전하 밀도 측면에서 상이하게 조절될 수 있도록 한다. 물론, 유사한 방법으로, 상이한 입자 세트중 상이한 전하 밀도가 상이한 입자 세트의 상이한 다중 피복물의 제조시 전적으로 상이한 양이온성 여러자리 전해질 및/또는 음이온성 여러자리 전해질의 사용을 통해 또한 성취될 수 있다.
- <168> 양태에 있어서, 다중 피복물을 생성하기 위하여 여러자리 전해질을 사용해야 하지만, 피복물의 표면층으로서 여러자리 전해질을 사용할 필요는 없다. 양이온성 또는 음이온성 비-여러자리 전해질, 예를 들면, 상기 논의된 바와 같은 양이온성 중합체는 피복물의 표면층으로서 사용될 수 있다.
- <169> 양이온성 여러자리 전해질로서, 적절한 여러자리 전해질이 사용될 수 있다. 여러자리 전해질은, 예를 들면, 용

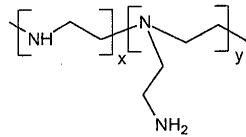
해시 이온화될 수 있는 화학적 화합물을 의미한다. 양이온성 여러자리 전해질의 특정 예로는 화학식



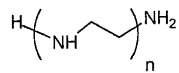
의 폴리(디알릴디메틸암모늄)(PDAD) 클로라이드[여기서, n은, 예를 들면, 약 100 내지 약 8,000이고, 예를 들면, 약 500 내지 약 5,000이다(PDAD(Cl))은 중량 평균 분자량이 약 50,000 내지 약



500,000일 수 있다]), 화학식 $\text{[NH(CH}_2\text{)}_2\text{]}_x\text{[N(CH}_2\text{)}_2\text{]}_y$ 의 폴리(알릴아민)하이드로젠클로라이드((PAH)Cl)[여기서, n은, 예를 들면, 약 10 내지 약 5,000이고, 예를 들면, 약 100 내지 약 1,000이다(PAH(Cl))은 중량 평균 분자량이 약



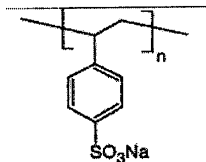
10,000 내지 약 100,000일 수 있다]), 및 화학식 각각 독립적으로, 1 내지 약 1,000, 예를 들면, 1 내지 약 500이다(폴리에틸렌이민은 중량 평균 분자량이 약 200 내지 약 50,000일 수 있다])이 포함된다. 다음과 같은, 폴리에틸렌이민의 다른 변환이 사용될 수 있다:



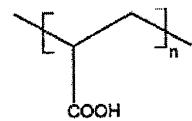
또는 C₆H₂₁N₅, 직쇄 및 측쇄의 혼합물(중량 평균 분자량이 약 1,200 내지 약 750,000의 범위이고, n은 약 7 내지 약 5,000으로 변환될 수 있다).

<170>

음이온성 여러자리 전해질로서, 적절한 여러자리 전해질이 사용될 수 있다. 음이온성 여러자리 전해질의 특정



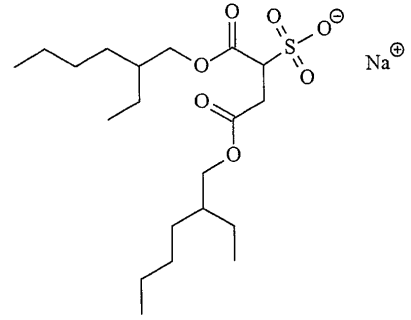
예로는 화학식 $\text{[CH}_2\text{CH(C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na)}\text{]}_n$ 의 폴리(스티렌설포네이트) 나트륨 염[여기서, n은, 예를 들면, 약 10 내지 약 5,000, 예를 들면, 약 100 내지 약 1,000이다(폴리(스티렌설포네이트) 나트륨 염은 중량 평균 분자량이 약 75,000 내지 약 250,000일 수 있다)], 폴리스티렌 설포산, 폴리스티렌 설포산 암모늄 염, 화학식



의 폴리아크릴산[여기서, n은, 예를 들면, 약 10 내지 약 75,000, 예를 들면, 약 10 내지 약 60,000이다(폴리아크릴산은 중량 평균 분자량이 약 2,000 내지 약 5,000,000일 수 있다)] 및 폴리아크릴산 부분 나트륨 염이 포함된다.

<171>

교호되는 양이온성 및 음이온성 여러자리 전해질의 다층 피복물의 사용을 통해 알 수 있는 부가의 잇점은 입자가 전기영동 디스플레이 매질의 유체에서 보다 용이하게 분산되도록 제조될 수 있다는 것이다. 예를 들면, 입자 표면에 양이온성 및/또는 음이온성 그룹의 존재는 디스플레이 매질에서 입자의 분산을 스스로 촉진하거나, 이러한 분산을 촉진하는 부가의 이온성 그룹으로 교환될 수 있다. 한 예로서, 표면층이 양이온성 여러자리 전



해질인 결과로 입자 표면과 결합된 음이온(예: Cl 이온)은 화학식 의 나트륨 이온과 같은 분산 개선 이온성 그룹과 교환될 수 있다. 이러한 특별한 예에서, 생성된 입자는 소수성이다.

- <172> 다른 분산 개선 그룹은 비이온성 계면 활성제[예: OLOA(폴리이소부틸렌석신이미드) 뿐만 아니라, SPAN 20(소르비탄 모노라우레이트), SPAN 60(소르비탄 모노스테아레이트), SPAN 80(소르비탄 모노올레에이트), SPAN 85(소르비탄 트리올레에이트) 및 이들의 혼합물 등] 또는 다른 음이온성 계면 활성제[예: SDS(나트륨 도데실 설페이트) 또는 SDBS(나트륨 도데실벤젠 설포네이트)]를 포함한다.
- <173> 분산 개선 이온성 그룹을 그 위에 갖는 생성된 입자는 디스플레이 매질, 예를 들면, 이소파르 또는 DOW 200 5cSt 실리콘 오일과 같은 매질에서 용이하게 분산될 수 있다. 이는 분산 개선 그룹이 단일 그룹(예: Cl⁻)에 비하여, 오일과 보다 혼화성인 더 큰 별키한 물질인 결과로 인하여 오일과 더 양호하게 혼화되기 때문이다.
- <174> 입자의 착색제용 염료로서, 용매 염료가 바람직하며; 용매 염료의 그룹 내에서, 본 발명의 잉크 비히클과 이들의 혼화성으로 인하여 스피리트 가용성 염료가 바람직하다. 적절한 스피리트 용매 염료의 예로는 네오자폰 레드(Neozapon Red) 492(바스프); 오라졸 레드(Orasol Red) G(시바); 다이렉트 브릴리언트 핑크(Direct Brilliant Pink) B[글로벌 컬러즈(Global Colors)]; 아이젠 스피론 레드(Aizen Spilon Red) C-BH[호도가야 케미칼(Hodogaya Chemical)]; 가야놀 레드(Kayanol Red) 3BL[니폰 가야쿠(Nippon Kayaku)]; 스피리트 패스트 옐로우(Spirit Fast Yellow) 3G; 아이젠 스피렌 옐로우 C-GNH(호도가야 케미칼); 카르타졸 브릴리언트 옐로우(Cartasol Brilliant Yellow) 4GF(클라리안트); 페르가졸 옐로우(Pergasol Yellow) CGP(시바); 오라졸 블랙(Orasol Black) RLP(시바); 사비닐 블랙(Savinyl Black) RLS(클라리안트); 모르패스트 블랙 콘크. 아(Morfast Black Conc. A)(롬 앤 하스); 오라졸 블루 GN(시바), 사비닐 블루 GLS[산도즈(Sandoz)]; 룩솔 패스트 블루(Luxol Fast Blue) MBSN[필람(Pylam)]; 세브론 블루(Sevron Blue_ 5GMF[클래식 다이스터프스(Classic Dyestuffs)] 및 바스애시드 블루(Basacid Blue) 750(바스프) 등이 포함된다. 네오자폰 블랙(Neozapon Black) X51[C.I. 솔벤트 블랙(Solvent Black), C.I. 12195](바스프), 수단 블루(Sudan Blue) 670[C.I. 61554](바스프), 수단 옐로우 146[C.I. 12700](바스프) 및 수단 레드 462[C.I. 260501](바스프)가 바람직하다.
- <175> 입자로서 본 발명에서 사용될 수 있거나, 중합체 입자에서 착색제로서 사용될 수 있는 안료의 예로는 순수 안료(예: 티타니아, 황산바륨, 카울린, 산화아연, 카본 블랙 등)가 포함된다. 안료는 현탁 유체에서 불용성이어야 한다.
- <176> 중합체 입자에서, 착색제는 입자에, 예를 들면, 입자의 약 0.1 내지 약 75중량%, 예를 들면, 약 1 내지 약 50중량% 또는 약 3 내지 약 25중량%의 양으로 포함될 수 있다.
- <177> 전술한 입자 양태 중 어느 하나에서, 입자는 또한 이의 표면에 하나 이상의 외부 부가제를 포함할 수 있다. 이러한 외부 부가제는, 예를 들면, 헨셀 혼합기를 사용하여 혼합에 의해 적용시킬 수 있다. 양태에 있어서, 외부 부가제 패키지는 하나 이상의 이산화규소 또는 실리카(SiO₂), 이산화티탄 또는 티타니아(TiO₂), 티탄산, 산화세륨 또는 칼슘이나 아연 스테아레이트 등을 포함할 수 있다. 입자는 평균 크기(직경)가 약 5 내지 약 250nm일 수 있다. 상이한 크기의 입자 혼합물, 예를 들면, 직경으로 측정된 평균 주요 입자 크기가, 예를 들면, 약 5 내지 약 50nm(예: 약 5 내지 약 25nm 또는 약 20 내지 약 40nm)의 범위인 제1 실리카 및 직경으로 측정된 평균 주요 입자 크기가, 예를 들면, 약 100 내지 약 200nm(예: 약 100 내지 약 150nm 또는 약 125 내지 약 145nm)의 범위인 제2 실리카가 또한 사용될 수 있다. 외부 부가제 입자는 또한 표면 물질로 처리할 수 있다.
- <178> 양태에 있어서, 외부 부가제는 입자에 전하를 부여하기 위하여 사용될 수 있다. 예를 들면, 폴리디메틸실록산(PDMS) 또는 핵사메틸디실란(HMDS)으로 처리된 실리카 입자는 포지티브 전하를 부여할 수 있다. 이소부틸 트리메톡시실란으로 처리된 티탄산은 네거티브 전하를 부여할 수 있다.

- <179> 디스플레이 매질용 입자의 밀도는 실질적으로 현탁 유체의 것에 일치시킬 수 있다. 예를 들면, 현탁 유체는 이들 각 밀도의 차가 약 0 내지 약 2g/ml, 예를 들면, 약 0 내지 약 0.5g/ml인 경우에, 그 안에 분산된 입자의 밀도에 "실질적으로 상응하는" 밀도를 가질 수 있다.
- <180> 상의 표시
- <181> 상기 기술한 저전도성 입자 세트를 포함하는 디스플레이 매질에서, 입자는 먼저, 예를 들면, 적절한 시간 동안, 적절한 전기장을 사용하여 이에 전기장의 적용을 통해 하전된다. 이러한 장-유도되거나, 동일 반응계내 하전은 디스플레이 매질중 각각의 입자 세트에 적절한 전하 특성을 부여한다. 하기에서 다시 설명되는 바와 같이, 각각의 입자 세트는 시간 t=0에서 실질적으로 0 전하를 갖는다. 높은 전기장의 적용을 통해, 각 입자 세트는 적절한 수준으로 하전된다. 상이하게 착색된 입자 세트는 상이한 전하 수준으로 하전됨으로써, 상이한 세트 각각의 입자가 유체 내에서 상이한 이동성을 갖도록 할 수 있다.
- <182> 본 발명에서 입자의 장-유도되거나 동일 반응계내 하전은 적절한 방법에 의해 수행될 수 있다. 이러한 한 방법이 도 17에 제시되어 있다. 도 17의 장치(100)는 디스플레이 매질이 부하되는 셀(140)을 포함하며, 이때 셀은 평행-판 전극(150, 160)과 같은 한 쌍의 전극 사이에 위치한다. 적절한 전기장은 제어 발전기(120) 및 전력 공급기(110)를 통해 생성할 수 있고, 충전은 과도 전류를 모니터링하는 전위계(170)에 의해 모니터링한다. 반사 텐시도미터(130)는 전기장에 의해 앞 뒤로 개폐되는 경우에, 셀(140)에 부하되는 디스플레이 매질의 반사율의 변화를 모니터링한다. 반사 텐시도미터는, 예를 들면, LabVIEW 인터페이스 소프트웨어 및 PC 180으로 조절할 수 있다. 양태에 있어서, 적용되는 장 세기는 약 0.05 내지 약 5V/ μm , 예를 들면, 약 0.25 내지 약 3V/ μm 또는 약 0.5 내지 약 2V/ μm 의 범위일 수 있다. 장은 약 0.001초 내지 약 5시간, 예를 들면, 약 0.005초 내지 약 2시간 또는 약 0.01초 내지 약 1시간 또는 약 1초 내지 약 30분 동안 적용시킬 수 있다. 장은 어떠한 형태도 취할 수 있고, 특히 네모 파 형태, 세모 파 형태 및 사인곡선형 파 형태 등을 취할 수 있다.
- <183> 충전된 전기장은 형성 후에, 즉 이에 상이하게 착색된 모든 입자 세트의 부가 후에 디스플레이 유체에 적용시킬 수 있다. 더욱이, 장은 디스플레이 유체가 장치의 디스플레이 층을 형성하는 다수의 디스플레이 장치 저장소에 위치한 후에 디스플레이 유체에 적용시키거나, 디스플레이 장치의 다수의 디스플레이 층 저장소에 포함시키기 전에 디스플레이 유체에 적용시킬 수 있다. 장 유도된 충전을 그 안의 다중 입자 세트와 함께 디스플레이 매질 위에서 수행하는 경우에, 상이한 입자 세트는 동일한 충전 장의 적용하에 상이한 전하 수준으로 각각 하전되도록 선택해야 한다.
- <184> 디스플레이 매질의 특성(예: 그 안의 입자의 크기, 입자의 제조시 사용되는 계면 활성제, 입자의 중합체 조성 및/또는 상기 논의한 바와 같은 하전체의 입자 상 또는 안에 포함) 뿐만 아니라, 상이한 파 형태 및 장 세기의 적용은 디스플레이 매질에서 입자의 충전 거동에 영향을 준다. 하기의 실시예는 앞의 내용을 설명한다.
- <185> 도 18은 이소파르 M(이소파르 M중 토너의 고체 부하는 8중량%임)에 분산되고, 네모파 전기장을 사용하는 황색 토너(Imari MF, 황색 에멀전 응집 스티렌 부틸아크릴레이트 토너)로 구성된 디스플레이 매질에 대한 과도 전류 특성을 나타낸다. 도 19는 전류-시간 곡선아래에 통합된 면적으로부터 결정되는 바와 같은 상이한 장의 세기에서 얻어지는 디스플레이 매질중 입자의 전체 전하를 나타낸다. 도에서 확인된 전하값은 시험 셀중 총 전하(nC)를 의미함을 주지한다. 단위 질량당 전하($\mu\text{C/g}$)를 계산하기 위하여, 시험 셀중 총 전하를 시험 셀중 토너의 질량으로 나눈다. 총 질량은 잉크 밀도로부터 유도한다. 이때, 14mg의 표준값이 사용되고, 이는 셀에서 8중량% 잉크 중 토너의 질량에 대해 통상적인 것이다. 도 18 및 도 19로부터, 전기영동 입자는 전기장에 의해 하전되고, 충전은 전기장 세기의 증가에 따라 증가됨을 알 수 있다.
- <186> 도 20은 충전 사이클링 시간의 함수로서 세모-파 전기장(300millihertz)을 사용하는 도 18 및 도 19에 사용된 동일한 디스플레이 매질에 대한 과도 전류 특성을 나타낸다. 전기장은 V/ μm 의 단위로 보고되며, 이때 μm 는 전극 사이의 갭이다. 피크는 입자가 갭의 한 면으로부터 다른 면으로 점프할 때 반영되며, 이는 일시적으로 전류를 최고로 만든다. 1V/ μm 주위의 전기장 피크는 50 μm 의 전극 갭의 경우, 50V 장이 점프를 수행하는 데 필요함을 나타낸다. 입자의 총 전하는 도 21에 제시되어 있다. 결과는 또한 입자가 전기장에 의해 하전되며, 충전은 사이클링 시간에 따라 증가됨을 설명하는 것이다. 또한, 충전은 충전을 위해 적용되는 파 형태의 결과로서 조절될 수 있다. 전류 대 장 곡선의 직선 부분의 기울기에 의해 제시되는 잉크 전도도는 약 $1.9 \times 10^{-12}\text{S/m}$ 이며, 이는 디스플레이 매질중 유리 이온이 매우 적음을 나타낸다. 전기장 세기, 사이클링 주파수(파 형태) 및 디스플레이 매질 물질은 입자가 얼마나 빨리 하전되는 지에 대부분 상당히 영향을 주는 것으로 나타난 파라미터이다. 유사한 결과는 상이하게 착색된 입자, 예를 들면, 마젠타, 시안 및 블랙 Imari MF 토너에 대해 취득된다.

- <187> 도 22는 세 개의 상이한 크기(7.2 μ m, 9.3 μ m 및 16.8 μ m)를 갖는 전기영동 잉크 입자에 대한 충전 특성의 예를 나타낸 것이다. 각각의 디스플레이 매질은 이소파르 M(이소파르 M중 토너의 고체 하중은 8중량%이다)에 분산된 제시된 크기의 SFRP 시안 스티렌 부틸아크릴레이트 토너 입자로 구성된다. 도 22에 제시된 바와 같이, 동일한 시간 동안, 동일한 충전 과 형태를 사용하여 하전시키는 경우에, 가장 작은 입자는 최고의 전하를 얻을 수 있는 반면에, 가장 큰 입자는 최소 전하를 수득한다.
- <188> 도 19, 21 및 22에서 또한 알 수 있는 바와 같이, 입자는 얼마 동안 입자가 전기장에 적용되었는 지에 따라 상이한 전하를 갖도록 제조될 수 있다. 환언하면, 입자는 역동적인 충전 특성을 나타낼 수 있으며, 이때 입자가 갖는 전하는 장이 보다 오래 및/또는 보다 세게 적용되는 경우에 강해질 수 있다. 이로 인해 상이하게 착색되지만 유사한 구성 및 크기의 입자 세트가 디스플레이 장치에서 함께 사용될 수 있는데, 이는 유사하지만 상이하게 착색된 입자 세트 각각이 여전히 상이한 전하를 갖도록 제조됨으로써 디스플레이 장치에서 상이한 전기영동 이동성을 가질 수 있기 때문이다. 환언하면, 양태중 제시된 착색 입자 세트의 전하 수준은 충전장의 적용을 통해 가변될 수 있다.
- <189> 도 23은 상이한 충전 거동을 나타낸다. 특히, 도 23은 이소파르 M에 분산된 통상적인 시안 폴리에스테르 토너로 구성된 전기영동 디스플레이 매질의 충전 특성을 나타낸다. 이소파르 M중 토너의 고체 하중은 8중량%이다. 이 폴리에스테르 토너는 화학 공정(예: 에멀전 응집)이 아닌, 통상적인 물리적 연마 공정을 통해 제조된다. 폴리에스테르 토너의 통상적인 제조방법은 디올(예: 프로필렌 글리콜)과 산(예: 테레프탈산)의 축합 중합이다. 이어서, 벌크 중합체는 안료의 존재하에 압출을 통해 기계적으로 분쇄하여 미세한 토너 입자를 제조한다. 도 23에서 알 수 있는 바와 같이, 충전 거동은 정적이다, 즉 입자는 장이 적용되는 시간의 길이와 무관하게, 실질적으로 동일한 전하를 수득한다. 폴리에스테르 토너에 의해 나타나는 정적 충전에 대한 요인은 계면 활성제, 응집제 및 에멀전 응집 토너 제조 공정에 존재하는 다른 이온성 그룹의 부재이다.
- <190> 상기 논의한 바와 같이, 디스플레이 매질에 포함되는 상이한 입자 세트는 각각, 예를 들면, 상이한 전하를 가짐을 통해 상이한 전기영동 이동성을 갖도록 제조될 수 있다. 예를 들면, 4개의 상이하게 착색된 입자 세트(예: 시안, 옐로우, 마젠타 및 블랙)를 함유하는 디스플레이 매질에서, 시안은 약 3 μ C/g의 전하를 갖도록, 옐로우는 약 2 μ C/g의 전하를 갖도록, 마젠타는 약 1 μ C/g의 전하를 갖도록, 블랙은 약 0.5 μ C/g의 전하를 갖도록 조절할 수 있다. 따라서, 상이하게 착색된 입자 세트는 실질적으로 유사한 전하 수준을 가져서는 안되므로, 예를 들면, 각 입자 세트는 다른 상이하게 착색된 입자 세트와 약 0.1 μ C/g 이상 만큼, 예를 들면, 서로 약 0.3 μ C/g 또는 약 0.7 μ C/g이나, 그 이상으로 상이한 전하를 가져야 한다.
- <191> 장 유도 충전에 이어서 디스플레이 매질에 적절한 AC 또는 DC 전류의 적용하에, 상이한 전하 수준을 갖는 디스플레이 매질중 하전된 입자는 장에 대한 반응시 상이한 속도로 움직여, 상이한 색상이 나타날 수 있도록 입자 운동에 대해 필요한 조절을 할 수 있다. 따라서, 예를 들면, 상이한 방법으로 제조되고, 상이한 크기를 가지며, 상이한 동적 대 정적 충전 특성 등을 갖는, 상이한 물질로 구성된 입자의 선택을 포함한, 적절한 상이하게 착색된 입자의 선택을 통해, 및/또는 상이하게 착색된 입자의 충전에 대한 조절을 통해, 디스플레이 매질중 상이하게 하전되고, 상이하게 착색된 입자 세트를 포함함으로써 다중 색 및/또는 전색 디스플레이를 수득할 수 있다.
- <192> 장 유도된 충전은 상 형성시 디스플레이 매질을 함유하는 디스플레이 장치의 사용 전에, 디스플레이 매질에서 수행할 수 있다. 또한, 장 유도된 충전 과정은 디스플레이 매질중 입자에 의해 이동되는 전하를 재생 또는 충전하기 위하여 디스플레이 장치의 수명 도중 반복할 수 있다. 이는 심지어 디스플레이 매질중 입자가 시간에 따라 전하 분해를 나타내더라도 장치의 수명이 보다 길어지도록 한다. 또한, 입자의 전도도가 낮고 충전용 디스플레이 매질에서 과량의 유리 이온에 따라 좌우되지 않기 때문에, 입자는 장 유도된 충전장의 재적용시 실질적으로 동일한 수준으로 재하전됨으로써, 장치의 유효 수명이 보다 길어질 수 있도록 한다. 이러한 재충전 또는 재생 양태에서, 다중 입자 세트를 갖는 디스플레이 매질을 사용하는 것이 또한 바람직하며, 이때 상이한 입자 세트는 각각 동일한 전기장의 적용하에 상이한 전하 수준으로 하전되어, 두 개의 상이하게 착색된 입자 세트가 재충전 단계에 이어서 실질적으로 유사한 전하를 얻지 못하도록 제조한다.
- <193> 함께 상을 형성하기 위하여 전기영동 디스플레이 장치를 작동함에 있어서, 전기장, 특히 가역적 직류 또는 교류를 장치의 저장소에 적용시켜 디스플레이되도록 저장소에서 원하는 색상의 입자 세트를 이동시킨다.
- <194> 디스플레이 장치의 양태에 있어서, 개개 저장소는 각각 개별적으로 번지 지정을 할 수 있다. 즉, 별도의 장을 장치의 개개 저장소 각각에 적용시켜 개개 저장소 또는 캡슐에서 적절한 색상을 생성하도록 할 수 있다. 개개 저장소 중 상이한 것의 적절한 세트 또는 그룹은 또한 동일한 구동 전극과 결합시킬 수 있다. 예를 들면, 디스

플레이에서, 각각의 저장소 또는 한 세트의 저장소는 상의 픽셀 또는 서브-픽셀을 나타낼 수 있으므로, 각각의 픽셀 또는 서브-픽셀은 장치로부터 원하는 전반적인 상을 생성하기 위하여 별도로 조절될 수 있다. 전반적인 상이 나타날 수 있도록 하는 방식으로 디스플레이 장치의 각각의 저장소를 조절하기 위한 하드웨어/소프트웨어를 포함한 제어법이 디스플레이 분야에 공지되어 있으며, 이러한 제어법이 본 발명에 적용될 수 있다. 개별적인 어드레스빌리티(addressability)를 허용하기 위하여, 전극의 크기는 각각의 개별적인 조절을 할 수 있는, 디스플레이 장치의 개개 저장소의 크기와 동일하거나, 이보다 작을 수 있다. 이러한 방식으로, 각각의 저장소/캡슐에 적용된 전기장은 개별적으로 조절할 수 있다. 또한, 전극의 크기는 저장소의 크기와 상이(예: 보다 크다)할 수 있어, 전극이 저장소/캡슐보다 큰 단일 전극에 의해 하나 이상의 저장소를 조절하거나, 전극이 저장소의 크기보다 작은 전극에 의해 단지 저장소의 일부만을 조절(개폐)할 수 있다. 즉, 전극의 패턴은 저장소와 일치할 필요는 없다. 전술한 것 중 일부는, 예를 들면, 기저 전도성 기판 위에 전도성 경로의 적절한 패턴화에 의해 수행할 수 있다. 전극의 패턴화의 예를, 예를 들면, 미국 특허공보 제3,668,106호에서 발견할 수 있다.

<195> 디스플레이 장치의 개개 저장소에 의해 표시되는 색의 조절은 하기의 설명을 통해 기술할 수 있다. 이 예에서, 디스플레이 매질은 시안, 옐로우, 마젠타 및 블랙의 4개 이상의 상이하게 착색된 입자 세트를 함유하며, 시안은 약 $3\mu\text{C/g}$ 의 전하, 옐로우는 약 $2\mu\text{C/g}$ 의 전하, 마젠타는 약 $1\mu\text{C/g}$ 의 전하 및 블랙은 약 $0.5\mu\text{C/g}$ 의 전하를 갖는다. 상이한 전하, 특히 상이한 저전도성 전하를 갖는 각각 상이하게 착색된 입자 세트로 인하여, 각각 상이하게 착색된 입자 세트는 적용된 전기장에 대해 상이하게 반응한다(즉, 각각 상이하게 착색된 입자 세트는 상이한 전기영동 이동성을 나타낸다). 이 예에서, 시안 입자는 적용된 전기장하에 최고의 전하 수준을 가짐으로써, 가장 신속히 반응한다. 따라서, 시안 입자를 보는 사람에게 표시하기 위하여, 입자는 먼저 전기장의 적용에 의해 뒷 기판으로 당길(유인) 수 있다. 전기장의 반전시, 시안 입자는 대부분 신속히 전면 전극으로 유인되어, 조망자가 저장소/캡슐에서 단지 시안만을 인지할 수 있도록 한다.

<196> 옐로우 입자 세트는 제2의 최고 전하 수준을 갖는다. 옐로우 입자를 표시하기 위하여, 상기의 시안 색 디스플레이로부터 전기장을 다시 반전시켜 뒷 전극 쪽으로 입자 세트를 다시 당긴다. 그러나, 장은 시안 입자가 뒷 전극 쪽으로 옐로우 입자를 지나 이동하는 데 필요한 만큼만 길게 적용시킨다. 시안 입자가 옐로우 입자를 지나 이동하면, 황색은 이 지점에서 옐로우 입자가 전면 전극에 가장 근접하게 위치하므로 조망자에게 인지된다. 장의 반전을 보다 긴 시간 동안 적용시키면, 옐로우 입자는 뒷 전극 쪽으로 마젠타 입자를 지나 이동한다. 이 전환점에서 장의 적용을 멈추면 마젠타 입자가 이 지점에서 전면 전극에 가장 근접하게 위치하므로 조망자에게 인지될 수 있다. 마지막으로, 이 예에서 블랙 입자가 이들이 최저 전하를 갖기 때문에 가장 느리게 이동할 때, 마젠타 입자가 블랙 입자를 지나 이동할 때까지 장의 반전을 유지하면, 예를 들면, 디스플레이 매질에서 입자 세트가 뒷 전극으로 당겨질 때까지 장의 반전을 유지하면, 이 지점에서 블랙 입자는 전면 전극에 가장 근접하므로 조망자에게 인지될 수 있다.

<197> 입자의 이동을 수행하기 위하여 적용될 수 있는 전기장의 세기는 두 전극 사이의 갭의 두께로 전압을 나눈 것으로 정의할 수 있다. 전기장에 대한 통상의 단위는 $\text{V}/\mu\text{m}$ 이다. 도 19는 입자의 전하 수준 대 적용된 전기장을 나타낸다. 전기장은 0.5 내지 $3\text{ V}/\mu\text{m}$ 의 범위이다. 적용된 전기장은 약 0.1 내지 약 $25\text{ V}/\mu\text{m}$, 예를 들면, 약 0.25 내지 약 $5\text{ V}/\mu\text{m}$ 또는 약 1 내지 약 $2\text{ V}/\mu\text{m}$ 또는, 사이의 범위이다. 전기장 적용 기간은 약 1 msec 내지 약 5초 또는 약 100 msec 내지 약 1초이거나, 그 사이의 범위일 수 있다. 일반적으로, 입자상 전하가 크면 클수록, 입자는 제시된 전기장 세기에서 보다 신속히 움직인다. 예를 들면, 도 18을 보면, 통과 시간은 곡선의 최고 피크이다. 이러한 통과 시간은 모든 입자가 한 전극으로부터 다른 것으로 점프되는 평균 시간을 나타낸다. 확실히, 600 V 곡선의 경우, 통과 시간 피크는 0.02 sec(20 msec) 바로 지나 생성된다. 한 예로서 도 18을 사용하면, 다양한 전압 곡선이 다양한 입자 그룹의 이동성을 나타내는 것을 영상화하는 경우에, 20 msec에서 한 세트의 입자(600 V 흔적)는 갭을 가로지르지만, 다른 세트의 입자(다른 흔적으로 나타나는)는 갭을 통과하는 길의 단지 1/2 또는 1/3, 또는 아마도 단지 1/4에 위치한다. 따라서, 이 정보는 다중 색 디스플레이 매질의 각각의 색상을 표시하는데 필요한 장의 세기 및 적용 기간을 결정하기 위하여 사용될 수 있다.

<198> 물론, 디스플레이 매질중 착색 입자 세트는 제한없이 상이하게 착색된 입자 세트보다 더욱 신속히 이동하도록 제조될 수 있고, 이 예에서 이동성의 순서는 기술 목적을 위해 임의적인 것이다.

<199> 색 디스플레이를 조절하는 다른 특정 예로서 다중 색 디스플레이 매질이 있으며, 도 24 내지 27을 참조한다. 이때, 황색 입자(Y)는 높은 포지티브 전하를 가지도록, 마젠타 입자(M)는 낮은 포지티브 전하를 가지도록, 시안(C)은 높은 네거티브 전하를 갖도록, 그리고 블랙(K)은 낮은 네거티브 전하를 갖도록 제조한다. 보다 높은 전하를 갖는 입자가 도에 보다 크게 제시되어 있지만, 이러한 보다 큰 크기는 보다 큰 전하 및 반드시는 아니지만, 입자중 실제 크기 관계를 도시하기 위한 것이다. 입자는 모두 동일한 크기를 갖거나, 보다 큰 전하

의 입자는 실제로 보다 낮은 전하의 입자보다 크기가 더 작을 수 있다.

- <200> 원하는 착색 입자 세트의 선택적 이동을 위하여, 구동 전압 과 형태는 포지티브에서 네거티브 극성으로 또는 그와 반대로 변화시킨다. 상부 판이 + 하전되면(도 25), - 하전된 안료는 이 전극으로 유인된다. 전하가 보다 높은 입자, 이 경우에 시안은 이 전극으로 이동되는 첫 번째 입자이며, 보다 낮은 이동성의 블랙 입자가 이어지고, 그에 따라 시안이 표시된다. 상부 판 전위를 +에서 -로 개폐하는 경우에(도 24), 신속히 움직이는 + 입자, 이 경우에는 황색이 먼저 유인된 다음, 보다 느리게 움직이는 마젠타 그룹이 유인된다. 따라서, 상당히 하전된 입자의 조망은 이들이 항상 반대 하전 전극에 도달되는 첫 번째 입자인 경우에 비교적 간단하다.
- <201> 보다 낮은 이동성 그룹을 선택적으로 조망하기 위하여, 전압 과 형태는 도 26 및 27에 제시된 바와 같이 간단한 개폐 전압 펄스를 가하여 변화시킨다. 이러한 선택적 펄스는 전도성 기관에 대한 전류/전기장의 극성을 역전시키므로, 상당히 하전된 입자의 움직임을 짧은 순간에 반전시키고, 이들 입자를 셀의 중간 쪽으로 이동시킨다. 그 다음에, 전기장은 보다 높은 이동성 입자가 뒷 기관 쪽으로 보다 낮은 이동성 입자를 지나 움직일 때, 부가의 반대 극성의 입자 세트가 보다 낮은 이동성 입자보다 앞에 보이는 전도성 기관에 보다 근접하게 움직이기 전에 제거한다. 외부에 잔류하는 것(즉, 볼 수 있는 면)은 이들이 이러한 펄스 전기장에 대해 훨씬 덜 민감한 경우에, 느리게 움직이는 저이동성 입자이다. 따라서, 네거티브 전하 입자를 뒷 기관으로 유인하기 위하여 전기장을 펄스화하여, 보다 낮은 전하의 블랙 네거티브 입자가 보다 높은 네거티브 전하의 시안 입자 대신에 표시되도록 한다(도 27). 유사하게, 보다 높은 포지티브 전하의 옐로우 입자를 표시하는 경우에, 포지티브 전하 입자를 뒷 기관으로 유인하기 위하여 전기장을 펄스화하여, 보다 낮은 포지티브 전하의 마젠타 입자가 옐로우 대신에 표시되도록 한다(도 26).
- <202> 양태에 있어서, 보다 높은 이동성 입자는 약 ± 1 내지 $\pm 5 \mu\text{C/g}$, 예를 들면, 약 ± 2 내지 약 $\pm 3 \mu\text{C/g}$ 의 전하를, 보다 낮은 이동성 입자는 약 ± 0.1 내지 약 $\pm 1 \mu\text{C/g}$, 예를 들면, 약 ± 0.1 내지 약 $\pm 0.7 \mu\text{C/g}$ 의 전하를 가질 수 있다.
- <203> 다색 시스템중 색상의 표시에 대한 상기 조절은, 예를 들면, 2, 3, 4개 또는 심지어 그 이상의 입자 세트를 포함하는, 수 많은 상이하게 착색된 입자 세트를 함유하는 디스플레이 매질에 적용시킬 수 있다. 하이라이트 색상 입자 세트, 예를 들면, 블루 하이라이트 색, 적색 하이라이트 색, 녹색 하이라이트 색 및 유사 하이라이트 색 입자 세트는 디스플레이에 부가의 색상 범위 특성을 부가하여 다색 입자 세트에 포함할 수 있고, 색의 조절은 상기 기술한 바와 같이 수행할 수 있다. 디스플레이 매질에 하이라이트 색 입자 세트를 포함하는, 총 입자 세트는 5, 6, 7, 8개 또는 심지어 그 이상일 수 있다.
- <204> 전기장의 제거시, 입자는 적절한 방법을 통해 선택된 색상 상태로 유지할 수 있다. 예를 들면, 입자 세트는 디스플레이 유체로부터 다소 상이한 밀도를 갖도록 제조하여, 장의 제거시, 입자가 디스플레이의 상부 또는 기저로 부유되도록 할 수 있다. 장이 적용되지 않기 때문에, 입자는 장이 이러한 침강 이동 도중 제거되는 때에 색상 순서를 실질적으로 유지해야 한다. 또한, 유체는 충분히 농후한 점도를 가짐으로써 전기장의 제거시 입자 색상 순서를 유지할 수 있다. 예를 들면, 0.65 내지 20 cSt(예: 약 1 내지 약 20 cSt 또는 약 5 내지 약 20 cSt)의 점도 범위가 적절할 수 있다. 충분히 점성인 유체를 이용하기 위하여, 유체는, 예를 들면, 미합중국 특허 제11/169,924호에 기술된 바와 같은 겔 화제를 함유할 수 있다. 겔 화제는 보다 저온에서 또는 전기장이 적용되지 않는 경우에 유체 점도를 농후화시키도록 작용하여, 상을 저장소/캡슐 내에 고정시킬 수 있다. 디스플레이 상을 고정하는 다른 방법은 유체 점도를 변화시키는 다른 방법의 형태로 존재할 수 있다. 전기유동학적 효과(유체 점도가 전기장의 적용시 변화되는 경우) 및 자기장 효과(유체 점도가 자기장에 대한 반응으로 변화되는 경우) 등과 같은 현상이 경우에 따라 이용될 수 있다.
- <205> 하기의 실시예에 의해 양태들이 보다 더 설명되어질 것이다.
- <206> [실시예]
- <207> 실시예 1
- <208> 이 실시예에서는, 두 입자 전기이동 디스플레이중 예멀전 응집 입자의 사용을 기술한다.
- <209> 네거티브 하전된 예멀전 응집 시안 입자의 제조. 시안 토너 입자는 구형 입자를 제공하기 위하여 비-가교결합 수지의 Tg보다 높은 온도에서 응집되는 응집체를 제공하기 위한 두 개의 양이온성 응고제의 존재하에 스티렌/부틸아크릴레이트/카복실산 삼원 공중합체 비-가교결합된 수지 입자, 스티렌/부틸아크릴레이트/카복실산과 디비닐 벤젠과의 제2 가교결합된 공중합체성 수지 및 시안 안료의 응집 분산을 통해 제조한다. 그 다음에, 이들 입자는 탈이온수로 4회 세척하고, 건조시켜, 폴리디메틸실록산(PDMS)으로 표면 처리한 하나 이상의 실리카를

포함하고, 주요 입자 크기가 약 40nm인 부가제 패키지와 무수 혼합한다. 사용될 수 있는 다른 부가제는 주요 입자 크기가 약 40nm인 알킬 그룹 작용성을 갖는 티탄산이다.

- <210> 포지티브 하전된 에멀전 응집 마젠타 폴리에스테르 입자의 제조. 표면 처리된 폴리에스테르-형 에멀전 응집 토너가 마젠타 입자를 위해 사용된다. 표면 처리 부가제는 양이온성 메타크릴레이트 공중합체 유드라깃 EPO이다. 양이온성 중합체는 이의 용해된 형태로 산성화 토너 슬러리로 가한다. pH는 토너의 표면에 양이온성 중합체가 침전되도록 10 내지 12로 서서히 증가시킨다.
- <211> 디스플레이 매질의 제조. 두 색상의 입자는 약 25%의 고체 부하를 위해 다우 200 5cSt(5centistokes) 유체, 폴리디메틸실옥산 중합체(제조원: 다우 코닝)와 1:1 질량비로 혼합한다. 지르코니아 비이드는 혼합 보조제로서 가하여 유체중 입자 혼합물을 고르게 분산시킨다. 부가의 외부 전하 조절제는 부가하지 않는다. 잉크는 145 μ m 스페이서 가스킷에 의해 분리되는 2개의 평행판 사이에 샌드위치시킨다. +/- 200V의 네모파 전압을 두 판에 적용시키고, 두 토너가 두 판 사이에서 앞과 뒤로 이동할 때 색상 변화를 관찰한다.
- <212> 입자의 전하는 전기장에서 신속한 입자의 해석 및 전기장에서 변화에 대한 매우 신속한 반응을 가능하게 한다. 장치는 약 15 내지 약 20 Hz 또는 그 이상의 속도로 개폐시킬 수 있다. 결과적으로, 전기기동 디스플레이는 장치가 30fps(표준 비디오 속도)의 프레임 속도를 요하는, 비디오 등급에 적합한 개폐 속도를 나타낼 때, 비디오 디스플레이용으로 사용될 수 있다.
- <213> 실시예 2
- <214> 이 실시예에서는, 에멀전 응집 입자와 함께 디스플레이 매질중 유체로서 실리콘 유체의 사용을 기술한다.
- <215> 두 색상의 에멀전 응집 토너 입자는 약 25%의 고체 부하를 위해 DOW 200 5cSt 유체와 1:1 질량비로 혼합한다. 지르코니아 비이드는 혼합 보조제로서 가하여 유체중 토너 입자 혼합물을 고르게 분산시킨다. 부가의 외부 전하 조절제는 부가하지 않는다.
- <216> 디스플레이 매질은 145 μ m 스페이서 가스킷에 의해 분리되는 2개의 평행판 사이에 샌드위치시킨다. +/- 200V의 네모파 전압을 두 판에 적용시키고, 두 토너가 두 판 사이에서 앞과 뒤로 이동할 때 색상 변화를 관찰한다.
- <217> 실시예 3
- <218> 라텍스 단계에서 말레산 무수물의 에멀전 응집 입자로의 혼입. 벌크 중합된 스티렌/부틸아크릴레이트(200ml, ~20% 전환, Mn = 1,900)에 말레산 무수물(16g)을 가한다. 혼합물을 모든 말레산 무수물이 용해될 때까지 ~50 $^{\circ}$ C로 가열한다. 이를 수용액(물 600g 및 나트륨 도데실벤젠설포네이트(SDBS) 16g)에 가하고, 5분 동안 교반한다. 생성된 혼합물을 500 BAR에서 3회 피스톤 균질화시킨 다음, 1 l BUCHI 반응기로 옮긴다. 아르곤으로 가압한 다음, 감압시켜(5회), 라텍스 미니-에멀전을 탈산소화시킨다. 이어서, 135 $^{\circ}$ C로 가열한다. 이 온도에서 1시간 후에, 아스코르브산(0.1g/ml 농도 8.5ml) 용액을 0.035ml/분의 속도로 펌프를 통해 가한다. 반응물을 6시간 후에 냉각시켜 고체 함량이 24.9%이고, Mn은 9,700이며, Mw는 23,000인 ~200 μ m의 라텍스중 수지를 수득한다.
- <219> 디아민을 사용한 라텍스의 응집. 안정한 유리 라디칼 중합 라텍스(707g, 23.48%의 고체 함량)에 물 660ml 및 안료(시안 블루, BTD-FX-20, 47.8g)를 가한다. 이를 실온에서 교반하고, 디아민(JEFFAMINE D-400, 100ml 물중 6.89g)을 10분 동안 가한다. 생성된 농후화된 현탁액을 1시간 동안 55 $^{\circ}$ C로 가열한다. 그 다음에, 현탁액은 NaOH(농축)를 사용하여 pH 7.3으로 염기성화시킨다. 이어서, 2시간 동안 95 $^{\circ}$ C로 가열하고, 이 온도에서 5시간 동안 유지한다. 그 다음에, 현탁액을 냉각시키고, 여과하여, 여액 전도도가 15microSiemens/cm² 미만이 될 때까지 물로 5회 세척한다. 생성된 분말을 최소한의 물로 재현탁시키고, 동결 건조시켜, 13.4 μ m 입자 130g을 수득한다.
- <220> 실시예 4
- <221> 벌크 중합 단계에서 말레산 무수물의 에멀전 응집 입자로의 혼입. 스티렌(390ml) 및 부틸아크릴레이트(110ml)의 스톡 용액을 제조하고, 400ml에 TEMPO(3.12g, 0.02mole) 및 바조(vazo) 64 개시제(2.0g, 0.0125mole)를 가한다. 이를 질소 대기하에 135 $^{\circ}$ C(배치 온도)로 가열한 다음, 이에 질소를 사용하여 탈산소화시킨 스티렌/부틸아크릴레이트 스톡 용액 100ml중 말레산 무수물(9.8g)의 용액을 적가한다. 부가는 30분 동안 수행한 다음, 5분 이상 교반하고 냉각시켜, 스티렌/부틸아크릴레이트 단량체중 폴리(스티렌/말레산 무수물-b-스티렌/부틸아크릴레이트)(Mn = 4,990, PD = 1.23)를 수득한다.

- <222> 폴리(SMA-b-S/BA) 라텍스의 제조. 상기 용액(300ml), 스티렌(117ml), 부틸아크릴레이트(33ml) 및 TEMPO(0.6 g)의 중합체 용액을 SDBS(36g, 1.2 l 물)의 용액에 가하고, 5분 동안 교반한다. 그 다음에, 혼합물을 약 500BAR의 압력에서 1회 피스톤 균질화시키고, 2 l BUCHI 반응기로 배출시킨다. 이를 135℃(반응기 온도)로 가열하고, 반응기가 온도에 이르면, 아스코르브산(물 12ml중 2.4g) 용액을 총 8.5ml에 대해 0.283ml/분의 속도로 적가한다. 반응 온도에서 6시간 후에, 반응기를 냉각시키고, 라텍스 1,401.3g을 배출시켜, 폴리(스티렌/말레산 무수물-b-스티렌/부틸아크릴레이트)(Mn은 39,168이며, 복잡 분산성(PD)은 1.64임)를 수득한다.
- <223> 응집제로서 디아민을 사용한 라텍스의 응집/통합. 상기 라텍스(50ml)에 물 50ml를 가하고, pH를 ~1.78로 조절하면서, 실온에서 교반한다. 23 내지 25℃에서 이에 JEFFAMINE D-400 용액(물중 20% w/w) 2.89g을 적가한 다음, ~1시간 동안 60℃까지 서서히 가열한다. 입자 크기가 약 200nm에서 6.8μm로 성장한다. 용액의 pH는 묽은 NaOH를 사용하여 pH 9.04로 조절한 다음, ~1.5시간 동안 95℃로 서서히 다시 가열하고, 이 온도에서 1.5시간 동안 유지하여, 6.68μm 크기의 통합된 백색 입자(Mn = 39,168)를 수득한다.
- <224> 실시예 5
- <225> 포지티브 하전된 에멀전 응집 폴리에스테르 토너 입자의 제조.
- <226> 비교 실시예(대조용): 직쇄 설폰화 폴리에스테르 수지(12% 고체)(폴리에스테르 수지 조성물은 대략 등몰량의 글리콜 단량체 및 방향족 디에스테르 분자로 이루어진다), 9% 카르나우바 왁스 분산액 및 6중량% 플렉시버스 블루(FLEXIVERSE BLUE)(안료 블루 15:3, BFD 1121, 47.1% 고체) 분산액[썬 케미칼 캄파니(Sun Chemical Co.)]으로 구성된 토너의 파일럿 플랜트 배치를 제조한다. 시안 폴리에스테르 토너 입자의 응집을 30-겔론 스테인레스 스틸 반응기에서 58℃에서 수행한다(이중 단지 토너 수율 20 kg이 벤치 스케일 연구를 위해 사용됨). 교반 속도는 먼저 100 RPM으로 조절한다. 5% 아연 아세테이트 용액을 응고제로서 가하며, 이때 총 아연 아세테이트 용액 중 60 내지 80%를 신속히(처음 30분 동안 600g/min) 가하고, 나머지(그후, 80 내지 100g/min)를 감소된 속도로 가한다. 아연 아세테이트의 양은 에멀전중 전체 수지의 대략 11%에 상응한다. 응집 7시간 후에, 입자 크기는 5.24μm에 이르며, 기하학적 표준 편차(GSD)는 1.2이다. 전 냉각을 적용시키고, 입자는 25μm 나일론 필터 백을 통해 30 내지 35℃에서 체질 한다. 토너 슬러리의 일부는 모액을 제거한 후에 랩에서 탈이온수로 3회 세척하고, 대략 25중량%의 고체에 재현탁시켜, 48시간 동안 동결건조시킨 다음, 처리되지 않은 모 토너를 수득한다.
- <227> 실시예: 유드라깃 EPO 용액(1%)은 0.3M HNO₃ 124.7g에 1.26g을 용해시켜 제조하며, 용액의 pH는 1.0M HNO₃를 가하여 약 2로 저하시킨다. pH를 2로 저하시키면 용액중 중합체의 완전한 용해도를 보장한다. 토너에 대한 EPO의 총 %는 무수 토너의 3%에 상응한다.
- <228> 상기 파일럿 플랜트 토너는 pH 이동 방법을 통해 랩에서 처리하며, 이때 EPO는 수용액의 pH에 따라 수용액중 가용성이거나 불용성이다. 모액으로부터 분리된 수성 토너 현탁액(12.89중량%의 고체) 327g을 250 내지 300rpm에서 교반 플레이트 상의 1 l 유리 삼각 플라스크에서 교반한다. 토너 슬러리의 pH는 0.3M HNO₃를 사용하여 5.5에서 2.4로 저하시킨다. EPO 용액을 토너 슬러리로 적가하고, 실온에서 1시간 동안 교반한다. 1시간 후에, 토너 슬러리의 pH를 1.0M NaOH를 사용하여 12.2로 증가시키고, 주위 온도에서 300으로 밤새 교반한다. 이어서, 표면 처리된 토너를 여과하고, 4회 세척한다. 이어서, 필터케이크를 대략 25중량%의 고체로 재현탁시키고, 동결건조시킨다. 여액의 pH는 항상 침전된 EPO의 사인이 없는 유체보다 더 크고; 모든 EPO 중합체는 토너 표면으로 이동함을 짐작할 수 있다. 이들 입자의 전하는 약 0.8 μC/g으로 측정되었다.
- <229> 실시예 6
- <230> 에멀전 응집 입자상에 다층 피복물의 제조.
- <231> 양이온성 층: 옐로우 에멀전 응집 폴리에스테르 토너 20g, 이때 기본 수지는 약 3.75mol% 설폰화를 함유하는 직쇄 폴리에스테르이고, 응집체는 Zn(OAc)₂이며, YFD(제조원: Sun Chemicals)라면 안료는 기계적 교반에 의해 탈이온수 920ml에 분산시킨다. 40중량%의 NaCl 용액(약 75ml)을 용액에 가한 다음, 2중량%의 폴리(디알릴디메틸암모늄)클로라이드(PDAD)(25ml)(Mw 100 내지 200k)를 가한다. 전체 용액은 0.1중량%의 PDAD와 함께 0.25M NaCl중 2중량%의 토너를 함유한다. 용액을 1시간 동안 기계적으로 교반하고, 여과하여 습윤 토너 케이크를 물(900ml)로 3회 세척한다. 입자는 포지티브 제타 전위, 예를 들면, 물, ISOPAR 및 실리콘 오일중 약 15mV를 나타낸다.
- <232> 음이온성 층: 포지티브 하전된 입자는 기계적 교반에 의해 탈이온수 920ml에 재분산시킨다. 40중량%의 NaCl 용

액(약 75ml)을 용액에 가한 다음, 2중량%의 폴리(스티렌설포네이트, 나트륨염(PSS))(25ml)(Mw < 100k)을 가한다. 전체 용액은 0.1중량%의 PSS와 함께 0.25M NaCl중 2중량%의 토너를 함유한다. 용액을 1시간 동안 기계적으로 교반하고, 여과하여, 습윤 토너 케이크를 물(900ml)로 3회 세척한다. 입자는 네거티브 제타 전위, 예를 들면, 물, ISOPAR 및 실리콘 오일중 약 -25mV를 나타낸다.

- <233> 다층 형성: 포지티브 PDAD 및 네거티브 PSS 층은 이어서 원하는 수의 층, 이 경우에는 총 10개 층이 형성될 때까지 교호 방식으로 침착시킨다. 각각의 교호층은 상기 언급한 포지티브 또는 네거티브 제타 전위를 나타낸다.
- <234> 실시예 7
- <235> 유화 응집 입자 위의 다층 피복물의 제조
- <236> 양이온 층: 10%의 가교결합된 겔 함량을 갖는 청록색 유화 응집 폴리(스티렌 아크릴레이트) 토너 10g을 기계적 교반에 의해 탈이온수 400ml에 분산시킨다. 40중량% NaCl 용액과 2중량% PDAD(25ml)(Mw 100 내지 200k)를 용액에 첨가한다. 전체 용액은 0.25M NaCl 및 0.1중량% PDAD를 포함한다. 용액을 1시간 동안 기계적으로 교반하고 여과한 후 젖은 토너 덩어리를 물(900ml)로 3회 세척한다. 입자는 물, ISOPAR 및 실리콘 오일에서 양의 제타 전위를 나타낸다.
- <237> 음이온 층: 양전하 입자를 기계적 교반에 의해 탈이온수 400ml에 재분산시킨다. 40중량% NaCl 용액을 용액에 첨가한 후 2중량% PSS(25ml)(Mw 100k 미만)를 첨가한다. 전체 용액은 0.25M NaCl 및 0.1중량% PSS를 포함한다. 용액을 1시간 동안 기계적으로 교반하고 여과한 후 젖은 토너 덩어리를 물(900ml)로 3회 세척한다. 입자는 물, ISOPAR 및 실리콘 오일에서 음의 제타 전위를 나타낸다.
- <238> 다층 형성: 이어서 양의 PDAD 층과 음의 PSS 층을 목적하는 개수의 층(이 경우, 총 4개의 층)이 형성될 때까지 교대로 배치한다.
- <239> 실시예 8
- <240> 하이라이트 컬러 유화 응집 토너 입자의 제조
- <241> 가교결합 라텍스 B의 제조: 스티렌, 부틸 아크릴레이트 및 베타 카복시 에틸 아크릴레이트(β -CEA)를 유화 중합하여 얻은 중합체 입자들로 이루어지는 가교결합 라텍스 유화액을 다음과 같은 방법으로 제조한다. NEOGENTM RK(음이온성 유화제) 4.08kg과 탈이온수 78.73kg을 스테인레스강 홀딩 탱크(holding tank)에서 10분간 혼합하여 계면활성제 용액을 제조한다. 이어서 홀딩 탱크를 5분간 질소로 퍼징한 후 생성된 혼합물을 상기 반응기에 옮긴다. 내용물을 100RPM으로 교반하면서 반응기를 질소로 연속해서 퍼징한다. 그런 다음 반응기를 76℃ 이하로 가열하고 1시간 동안 방치한다.
- <242> 이와 별도로 암모늄 퍼실페이트 개시제 1.24kg을 탈이온수 13.12kg에 용해시킨다. 역시 이와 별도로 단량체 유화액을 다음과 같은 방법으로 제조한다. 스티렌 47.39kg, 부틸 아크릴레이트 25.52kg, β -CEA 2.19kg, 디비닐 벤젠(DVB) 가교결합제 2.92kg, NEOGENTM RK(음이온성 계면활성제) 1.75kg, 및 탈이온수 145.8kg을 혼합하여 유화액을 제조한다. 이어서 76℃에서 수성상 계면활성제를 함유한 반응기를 질소로 퍼징하면서 1%의 유화액을 반응기에 서서히 공급하여 종자를 형성한다. 그런 다음 개시제 용액을 반응기에 서서히 채우고 40분 후 계량 펌프를 사용하여 3시간에 걸쳐서 나머지 유화액을 연속적으로 공급한다.
- <243> 모든 단량체 유화액가 상기 주반응기에 채워지면 온도를 추가로 4시간 동안 76℃로 유지하여 반응을 완결한다. 이어서 냉각에 의해 반응기 온도를 35℃로 감소시킨다. 생성물을 홀딩 탱크 안에 수집한다. 건조 후, 수지 라텍스의 개시 Tg는 53.5℃이다. 생성된 라텍스는 25%의 가교결합 수지, 72.5%의 물 및 2.5%의 음이온성 계면활성제로 이루어진다. 수지는 스티렌:부틸 아크릴레이트: β -CEA:DVB의 비율이 65:35:3pph:4pph이다. 디스크 원심분리법으로 측정된 겔 라텍스의 평균 입도는 50nm이고, 라텍스 내의 수지는 질량법으로 측정된 가교결합 값이 약 50%이다.
- <244> 토너 제조: 청색 토너(PB. 15.0)의 제조 - 하이라이트 블루
- <245> 상기 제조된 라텍스 유화액(라텍스 A) 310.0g과, 청색 안료(PB 15.0)(제조원: Sun Chemical Corporation) 36.8g을 함유하고 고형분 부하량이 54.0%인 청색 안료 수분산액 100g을 폴리트론(polytron)으로 고전단 교반하면서 물 500ml에 동시에 첨가한다. 이 혼합물에 10% 고형분 3.5g을 함유한 폴리알루미늄 클로라이드(PAC) 용액

23.5g과 0.2M 질산 20g을 2분에 걸쳐 첨가한 후, 응고제 SANIZOL B™(60% 활성 성분) 3.5g을 함유한 양이온성 계면활성제 용액 23.5g과 탈이온수 20g을 첨가하고 5,000rpm의 속도로 2분 동안 배합한다. 생성된 혼합물을 2ℓ 들이 반응 용기에 옮기고 210분 동안 50℃의 온도로 가열하여 크기가 5.7미크론이고 GSD가 1.22인 응집체를 생성한다. 이 토너 응집체에 상기 제조된 라텍스(라텍스 B) 150g을 첨가한 후 추가로 30분간 교반한다. 입도는 5.8이고 SGD는 1.20으로 관찰된다. 그런 다음 생성된 혼합물의 pH를 4% 수산화나트륨 염기성 수용액을 사용하여 2.6로부터 7.5로 조절하고 추가로 15분간 교반한다. 이어서, 생성된 혼합물을 90℃로 가열하고 그대로 1시간 동안 유지한다. 관찰된 입도는 5.9미크론이고 GSD는 1.20이다. 이어서 2.5% 질산 용액을 사용하여 pH를 4.5로 감소시킨다. 생성된 혼합물을 추가로 5시간 동안 더 응고되도록 둔다. 입자의 형태는 구형이다. 입도는 6미크론이고 GSD는 1.2이다. 이어서 반응기를 실온으로 냉각시키고 입자를 4회 세척하는데, 최초의 세척은 pH 11에서 수행하고 두 번째 세척은 탈이온수로, 마지막 세척은 pH 4에서 수행한다. 이어서 입자를 건조시킨다. 이들 입자의 하전량은 약 0.02 내지 0.15 μC/g인 것으로 측정된다.

<246> 실시예 9

<247> 가교결합된 유화 응집 입자의 제조: 유화액(폴리스티렌/부틸 아크릴레이트 공중합체로 이루어진 매우 작은 종자 입자의 라텍스(콜로이드 수분산액))의 표준 제조를 완결한 후, 온도를 약 60℃로 감소시키고 유화 입자를 다관능성 아크릴레이트와 광개시제의 용액으로 팽윤시킨다. 다관능성 아크릴레이트 용액은 1,6-헥산디올 디아크릴레이트(Sartomer SR 238) 4부, 트리메틸올프로판 트리아크릴레이트(Sartomer SR 351) 4부, 펜타에리트리톨 테트라아크릴레이트(Sartomer SR 295) 2부, 및 BASF LUCIRIN TPO-L 광개시제 0.2부로 구성된다. 이 용액을 고형분 90부인 라텍스에 서서히 첨가한다. 응집 및 응고 후, 본 경우에는 침지벽, 램프 및 전원을 갖춘 슈퍼 믹스(Super Mix) 광화학 반응 용기(Model 7868 Ace Glass)에서 현탁액을 질소하에 UV 광원에 의해 순환시켜서 현탁 입자들을 가교결합한다. 조사 후 입자들을 세척한다.

<248> 실시예 10

<249> 폴리에스테르 수지(SPAR II, 불포화 폴리에스테르 수지, 제조원: DOW Chemical)(90부)를 상기 실시예에서 사용된 다관능성 아크릴레이트 용액과 함께 동일한 비율로 배합한다. 이어서 혼합물을 실시예 9에서와 같이 폴리에스테르 유화 응집 공정으로 처리하고 조사한다.

<250> 실시예 11

<251> 디펜타에리트리톨 펜타아크릴레이트(Sartomer SR 399) 10부, 지방족 우레탄 디아크릴레이트와 단량체 희석제의 고점도(180,000cPs) 배합물인 Sartomer CN 959 90부, BASF LUCIRIN TPO-L 광개시제 0.2부 및 계면활성제 3부를 고압 피스톤 균질화기를 사용하여 유화시킨다. 이어서 유화액을 응집 및 응고 단계에 사용하여 입자를 생성한다. 그런 다음 입자를 상기 실시예 9에서와 같이 가교결합한다.

<252> 실시예 12

<253> ITO 피복 유리 위에 형성된 격자 패턴을 갖는 디스플레이 장치의 제조: 다음과 같은 방법에 따라서 SU-8 셀을 ITO 피복 유리 플레이트 위에 패턴 형성한다.

<254> - SU-8-25 위에서 스핀닝하는 단계(약 30미크론의 필름이 수득될 것이다),

<255> - 수평으로 놓인 핫플레이트를 사용하여 115℃에서 5분간 소프트베이킹하는 단계,

<256> - 레지스트를 포토마스크를 통하여 UV광(약 340nm)에 약 3분간 8mW/cm²로 노광시키는 단계,

<257> - 핫플레이트를 사용하여 115℃에서 5분간 노광후 베이킹하는 단계,

<258> - SU-8 현상제(PGMEA) 중에서 현상하는 단계,

<259> - 이소프로판올로 세정하는 단계, 및

<260> - 150℃에서 5분간 하드베이킹하는 단계.

<261> 반대로 하전된 청록색 및 자홍색 유화 응집 입자로 이루어진 디스플레이 매체를 두께가 각각 27μm인 2개의 상기 SU-8 셀 사이에 삽입한다. 2개의 플레이트에 ±100V의 구형파 전압을 인가하고, 2개의 플레이트 사이에서 두 토너가 앞뒤로 이동할 때에 색 전이를 관찰한다. 청록색과 자홍색 상태 사이에서 성공적인 전이가 구현된다.

<262> 실시예 13

- <263> 미세캡슐화 입자를 갖는 디스플레이 장치의 제조
- <264> 제1 단계 - 디스플레이 유체의 미세캡슐화: 3중날 임펠러(impeller)를 갖춘 오버헤드(overhead) 혼합기를 사용하여 고전단하에 복합 코아세르베이션 기술로 두 입자의 유체 혼합물을 캡슐화한다. 최종 고형분 부하량이 15%(w/w)이고 흑색:백색의 비율이 1.5:1인 흑색 및 백색 입자 군의 혼합물 40ml를 DOW 200 ScSt 실리콘 유체 중에서 제조한다. 6.6% 젤라틴 용액 100ml, 물 400ml, 및 6.6% 아라비아검 온수 용액 100ml을 혼합함으로써(40°C로 가열) 캡슐화 용액을 제조한다. 이어서, 캡슐화 용액의 pH를 묽은 아세트산 용액을 적가함으로써 4.5로 조절한다. 잉크 혼합물을 캡슐화 수조에 붓고 실온으로 냉각시킨다. 생성된 캡슐을 글루타알데하이드로 가교 결합하고 물로 세척한 후 습식 체분리하여 목적하는 캡슐을 단리시킨다.
- <265> 제2 단계 - 미세캡슐의 단리 및 분류: 캡슐 슬러리를 440, 300, 200, 100 및 74 μ m 직경의 매쉬 크기를 갖는 나일론 필터 스크린을 통해 격렬하게 교반하면서 습식 체분리한다. 기관 위에 피복하기 위한 바람직한 입도를 선택한다.
- <266> 제3 단계 - 기관의 피복/상부 층의 적층: 제1 ITO/MYLAR 기관의 도전성(ITO) 측면 위에 PVA 층을 피복하고(3밀 간격) 실온에서 20시간 동안 공기 건조시킨다. 이어서, 습식 체분리된 캡슐(<200 μ m) 6g을 여과지 위에서 중력에 의해 그들이 내포한 대부분의 물로부터 분리시킨다. 캡슐을 30% PVA 0.5g, 1-옥탄올(소포제) 3방울 및 글리세롤(PVA를 위한 가소제) 75mg을 함유한 용액과 함께 혼합한다. 이 캡슐 슬러리를 제1 MYLAR 기관 위의 PVA 층 상부 위에 블레이드를 사용하여 피복한다(간격은 10밀). 필름을 실온에서 20시간 동안 건조시킨다. 캡슐은 탈수 공정 중에 변형되어 밀집된 배열을 생성한다. 이어서 필름을 블레이드를 사용하여 NEOREZ(수 기재의 폴리우레탄 글루) 층으로 피복하고 실온에서 1시간, 추가로 50°C에서 1시간 동안 건조시킨다. 제2 ITO/MYLAR 기관의 ITO 측면 위에 블레이드를 사용하여 NEOREZ 글루를 피복한 후(10밀 간격) 실온에서 1시간, 그리고 50°C에서 30분간 건조시킨다. 2개의 기관을 함께 적층시켜서, 흑색 및 백색 상태 사이에 삽입될 수 있는 최종 장치를 제조한다.
- <267> 상기 설명된 여러 가지 특성과 기능 또는 이들의 대안을 바람직하게 조합함으로써 다수의 상이한 장치 또는 응용을 달성할 수 있음을 알 것이다. 추가로, 현재 예상 또는 기대치 못한 여러 가지 대안, 변형, 변화 또는 개선이 앞으로 당업자들에 의해서 이루어질 수 있고, 이들은 하기 청구의 범위에 속하는 것으로 간주된다.

발명의 효과

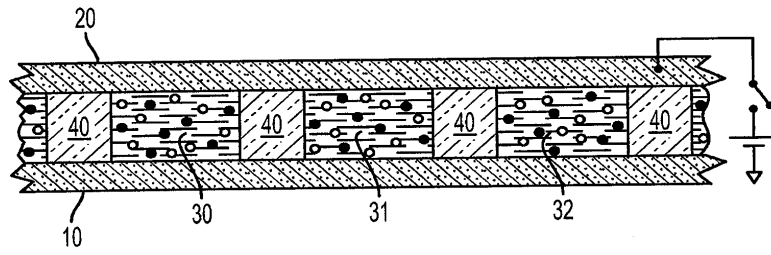
- <268> 본 발명의 전기영동 디스플레이 장치는 완전 컬러 영상을 포함한 영상을 생성할 수 있으며, 임의의 디스플레이 분야에 사용이 가능하며, 특히 디스플레이된 영상이 변화될 수 있는 디스플레이 분야, 예를 들면, 영상 재형성 용지(reimageable paper), 전자 서적, 전자 신호계, 시계, 모니터 및/또는 휴대폰 디스플레이 등에 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

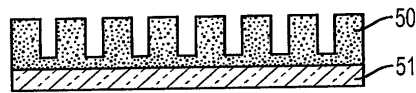
- <1> 도 1은 전기영동 디스플레이 장치의 한 양태를 보여준다.
- <2> 도 2 내지 도 11은 유연성 전기영동 디스플레이 장치의 제조방법을 보여주는 도면으로, 이 장치에서 디스플레이 층은 디스플레이 매체로 충전된 각각의 개별적 셀들을 한정하기 위하여 도전성 기관 위에 형성된 격자 패턴을 포함하고 있다. 도 2 내지 도 6은 기관 위에 격자 패턴을 형성하는 단계를 보여주고, 도 7 내지 도 11은 개별적 셀들의 충전 및 디스플레이 장치를 형성하기 위한 결합 단계를 보여준다.
- <3> 도 12는 유연성 전기영동 디스플레이 장치를 보여준다.
- <4> 도 13은 전기영동 디스플레이 장치의 다른 양태를 보여준다.
- <5> 도 14 및 도 15(도 15는 도 14의 삽입도이다)는 디스플레이 매체로 충전된 다수의 캐비티를 갖는 디스플레이 층을 보여준다.
- <6> 도 16은 컬러 필터를 포함하는 디스플레이 장치를 보여준다.
- <7> 도 17은 디스플레이 장치의 입자들을 하전시키기 위한 장치를 보여준다.
- <8> 도 18 내지 도 23은 전기영동 디스플레이 장치에 사용하기 위한 입자들의 하전 특성을 보여준다.
- <9> 도 24 내지 도 27은 디스플레이 장치의 셀에 의해 표시되는 색을 조절하는 방법을 보여준다.

도면

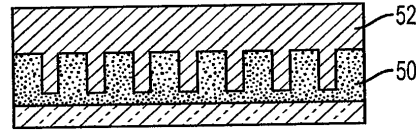
도면1



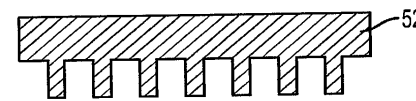
도면2



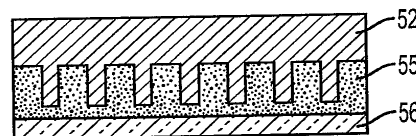
도면3



도면4



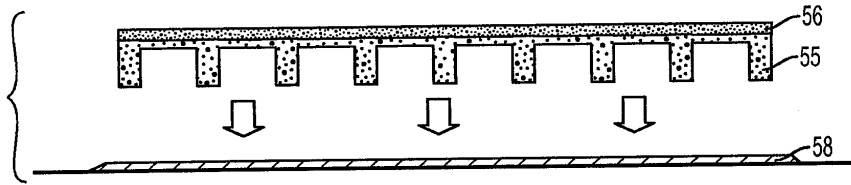
도면5



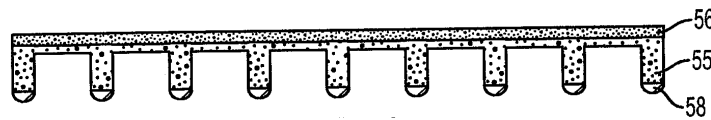
도면6



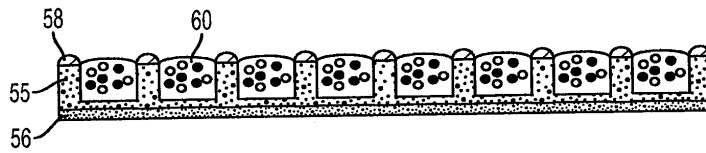
도면7



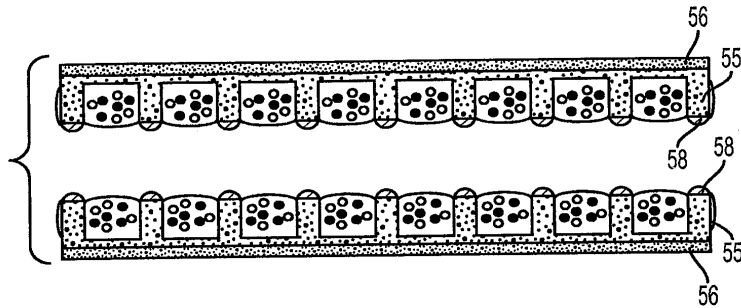
도면8



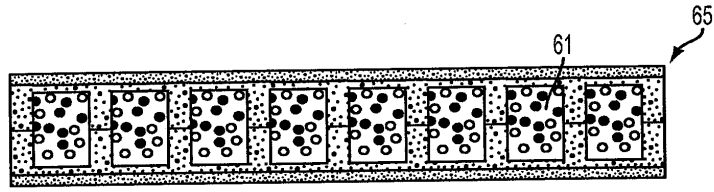
도면9



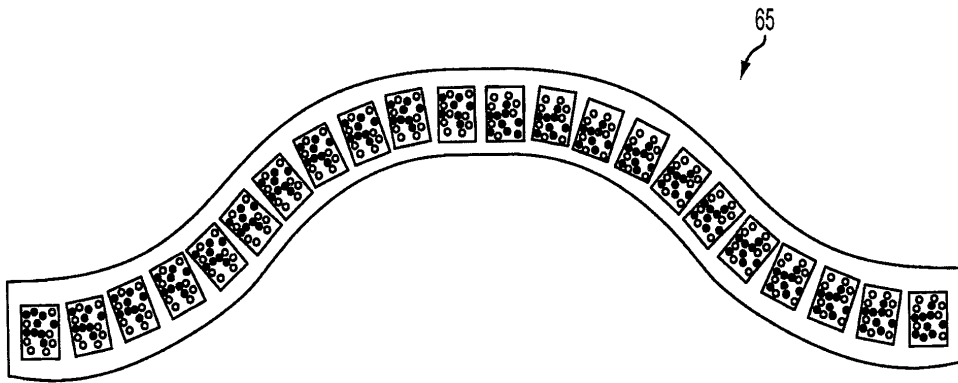
도면10



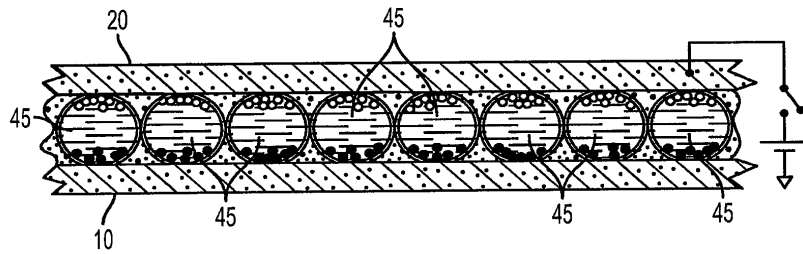
도면11



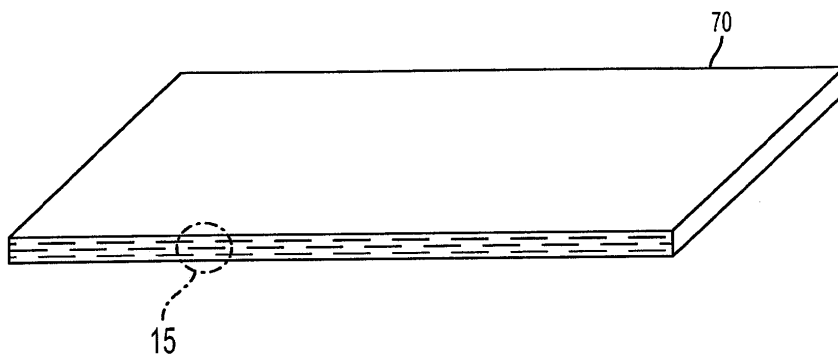
도면12



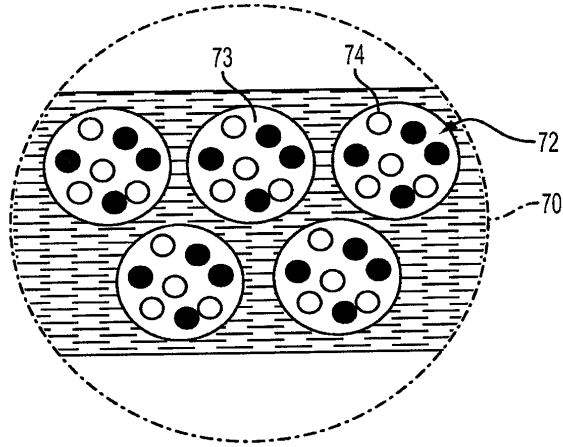
도면13



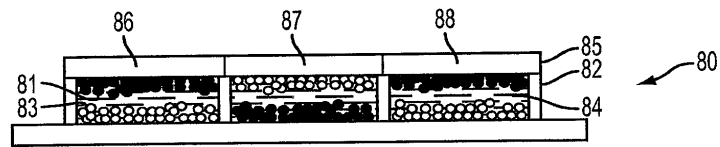
도면14



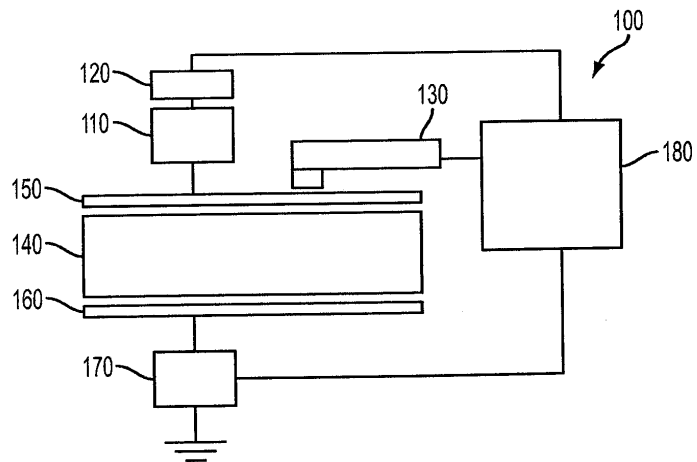
도면15



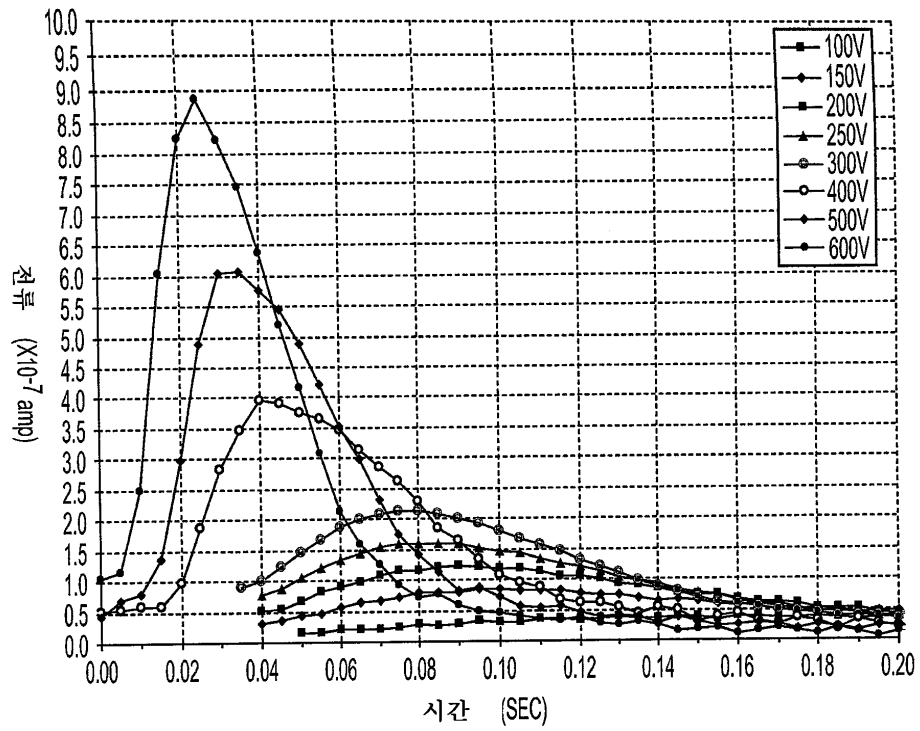
도면16



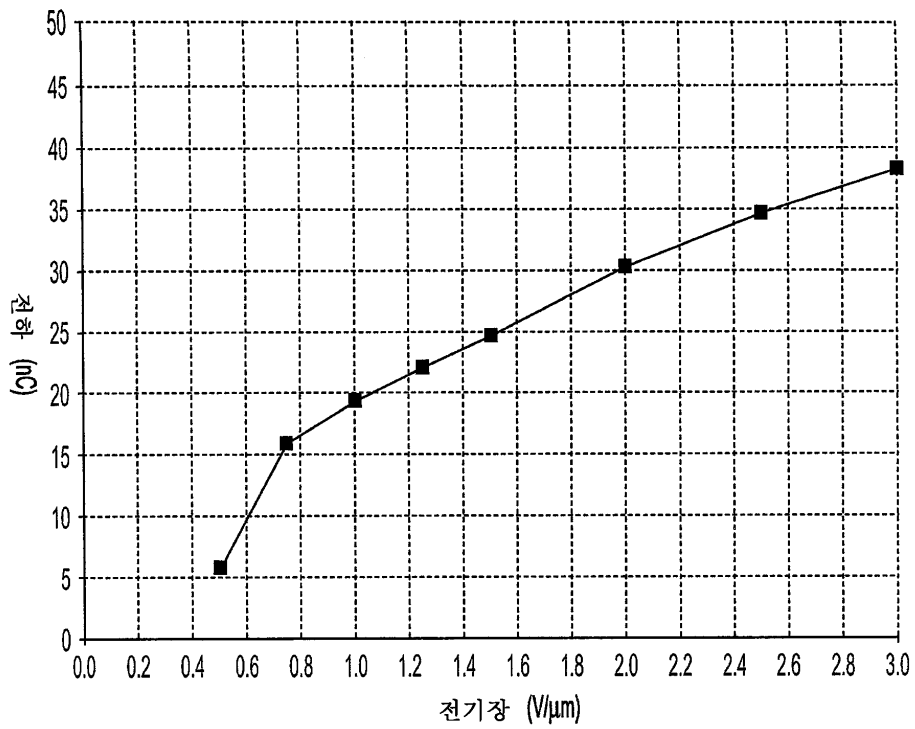
도면17



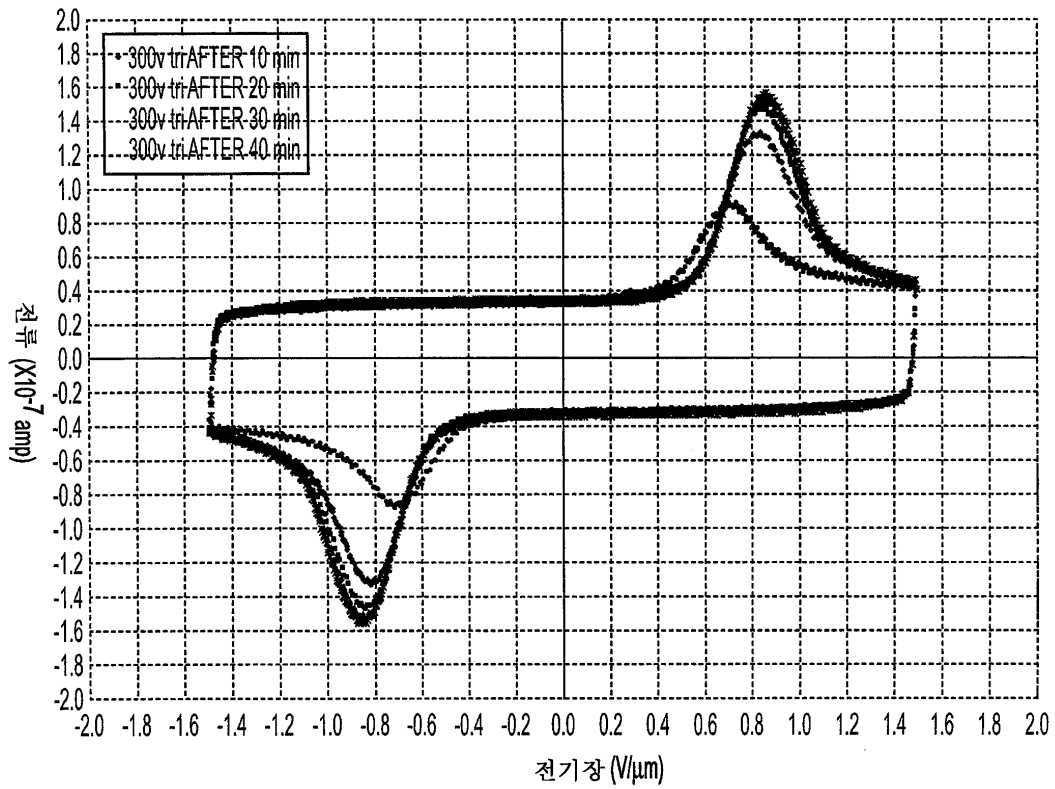
도면18



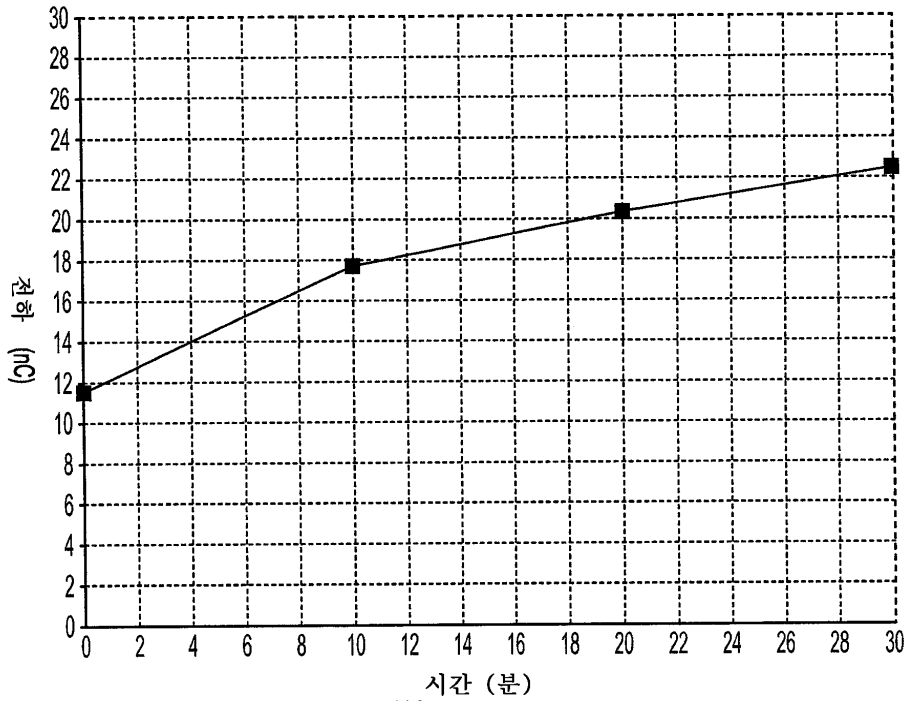
도면19



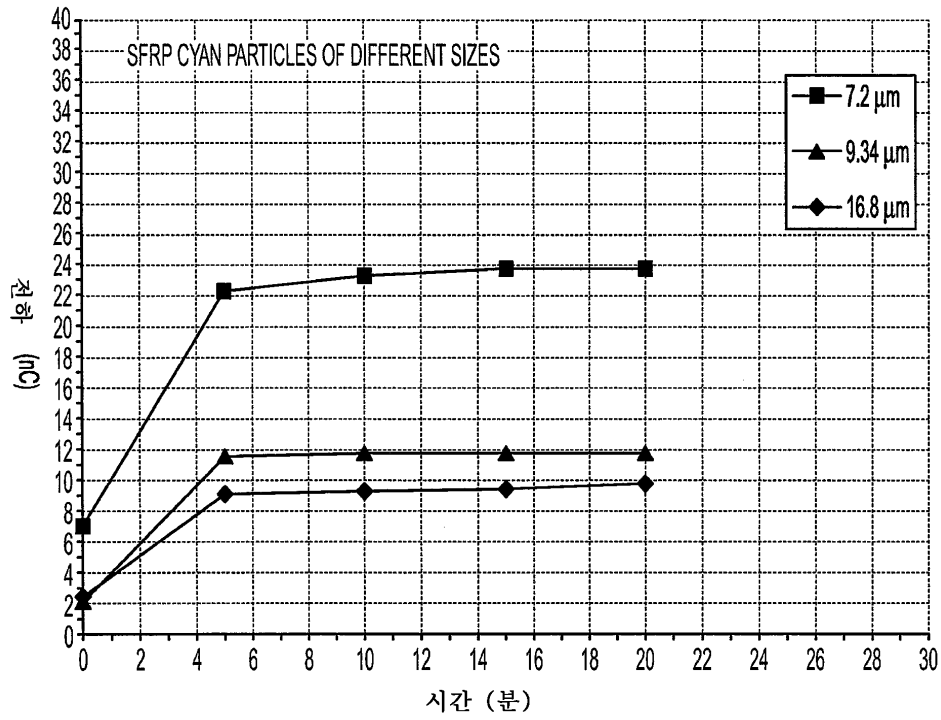
도면20



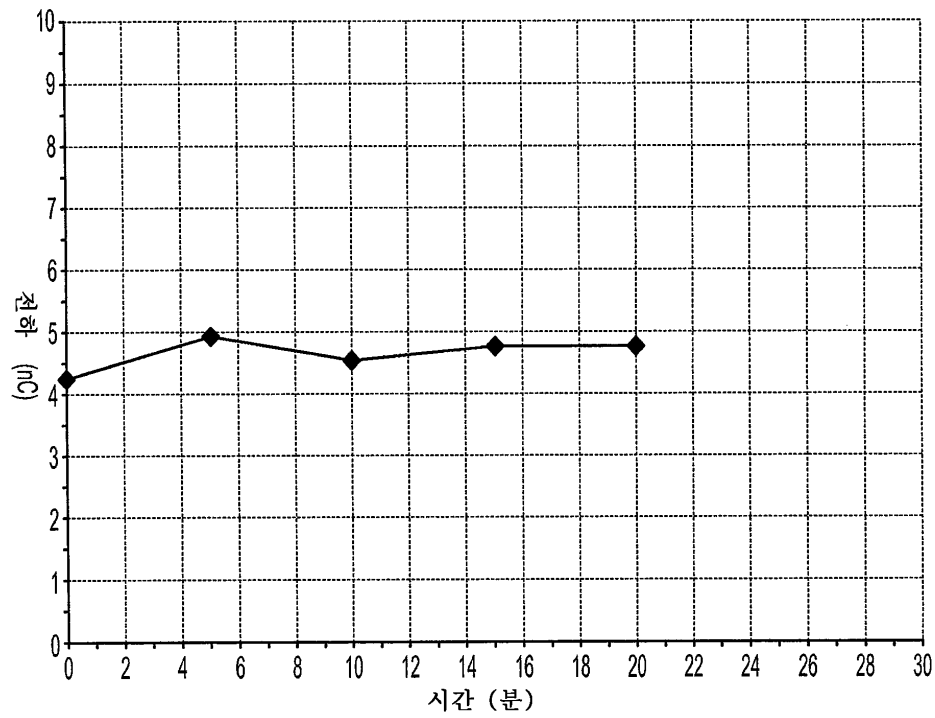
도면21



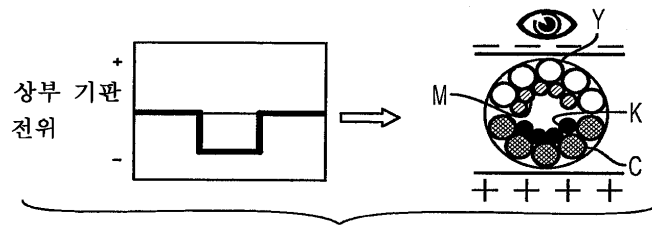
도면22



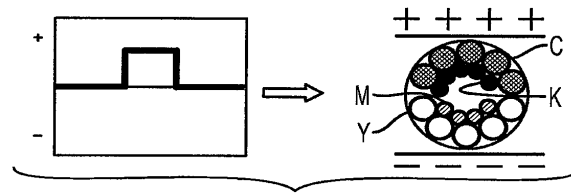
도면23



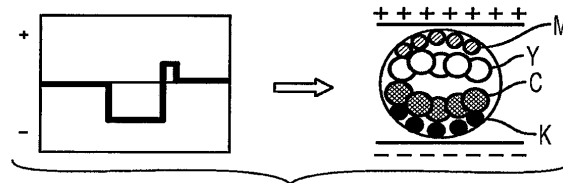
도면24



도면25



도면26



도면27

