



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G02F 1/167 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년05월15일 10-0717556 2007년05월07일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2001-7004446	(65) 공개번호	10-2001-0085899
(22) 출원일자	2001년04월07일	(43) 공개일자	2001년09월07일
심사청구일자	2004년10월06일		
번역문 제출일자	2001년04월07일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1999/023313	(87) 국제공개번호	WO 2000/20922
국제출원일자	1999년10월06일	국제공개일자	2000년04월13일

(81) 지정국

국내특허 : 아랍에미리트, 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 코스타리카, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 도미니카, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그라나다, 그루지야, 가나, 감비아, 크로아티아, 헝가리, 인도네시아, 이스라엘, 인도, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르기스스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베리아, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 슬로베니아, 슬로바키아, 시에라리온, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니다드토바고, 탄자니아, 우크라이나, 우간다, 우즈베키스탄, 베트남, 세르비아 앤 몬테네그로, 남아프리카, 짐바브웨,

AP ARIPO특허 : 가나, 감비아, 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 시에라리온, 스와질랜드, 탄자니아, 우간다, 짐바브웨,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기스스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 사이프러스, 독일, 덴마크, 스페인, 핀란드, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 기니 비사우, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고,

(30) 우선권주장	60/103,398	1998년10월07일	미국(US)
	60/118,794	1999년02월04일	미국(US)

(73) 특허권자

이 잉크 코퍼레이션  
미국 매사추세츠주 캠브리지 콩코드 애버뉴 733 (우:02138)

(72) 발명자

드르차익폴  
미국02421매사추세츠주렉싱턴패독레인2

록슬리앤드류  
미국02134매사추세츠주올스톤킹슬리스트리트6

앨버트조나단디  
미국02139매사추세츠주캠브리지풋남애브뉴346

코미스키배러트  
미국02139매사추세츠주캠브리지퓏남애브뉴346

발리아나토스피터제이  
미국02115매사추세츠주보스톤블랙우드스트리트12아파트먼트318

크로슬리글렌  
미국02478매사추세츠주벨몬트발트렛애브뉴2

제라미타캐사린  
미국02139매사추세츠주캠브리지넘버2프랭클린스트리트188

애먼드슨칼알  
미국02138매사추세츠주캠브리지커크랜드스트리트56아파트먼트1

스테이너마이클엘  
미국01844매사추세츠주메튼비스타씨클12

(74) 대리인                    특허법인코리아나

(56) 선행기술조사문헌

심사관 : 박봉서

전체 청구항 수 : 총 9 항

## (54) 캡슐의 단층을 갖는 캡슐화 전기이동 디스플레이

### (57) 요약

기재 상에 실질적으로 단일 층으로 배치된 다수의 비-구형 캡슐을 갖는 캡슐화 전기이동 디스플레이.

### 대표도

도 1B

### 특허청구의 범위

#### 청구항 1.

기재 (substrate) 상에 실질적으로 단일층으로 배치된 다수의 캡슐을 가질 수 있는 캡슐화 전기이동 소자의 생성 방법에 있어서, 하기를 특징으로 하는 방법:

- (a) 하나 이상의 캡슐 (2; 90; 100, 102, 104, 106) 을 결합제와 혼합하여 캡슐/결합제 혼합물 (22; 35) 을 생성시키는 단계;
- (b) 캡슐/결합제 혼합물 (22; 35) 을 적어도 부분적으로 전도성인 기재 (28; 31) 상에 코팅하여 필름을 생성시키는 단계; 및
- (c) 캡슐/결합제 혼합물 (22; 35) 을 경화시키는 단계.

**청구항 2.**

제 1 항에 있어서,

캡슐 (2; 90; 100, 102, 104, 106) 이 기재 (28; 31) 상에 단일층으로 배치되는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 3.**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

소자의 뒤쪽 기재 (48; 58) 에 필름을 적층시키는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 4.**

기재 (28; 31) 상에 단일층으로 배치되는 다수의 비-구형 캡슐 (2; 90; 100, 102, 104, 106) 을 특징으로 하는 캡슐화 전기 이동 소자 (4; 40; 110).

**청구항 5.**

제 4 항에 있어서,

다수의 비-구형 캡슐 (2; 90; 100, 102, 104, 106) 이 결합체와 결합되어 필름을 형성하는 것을 특징으로 하는 소자.

**청구항 6.**

제 4 항 또는 제 5 항에 있어서,

캡슐 (2; 90; 100, 102, 104, 106) 이 유체-함유 공동을 갖는 중합체 매트릭스를 포함하는 것을 특징으로 하는 소자.

**청구항 7.**

제 4 항 또는 제 5 항에 있어서,

하나 이상의 캡슐 (2; 90; 100, 102, 104, 106) 이 현탁 유체 및 하나 이상의 종의 전기적으로 이동성인 입자를 포함하는 것을 특징으로 하는 소자.

**청구항 8.**

다수의 캡슐 (2; 90; 100, 102, 104, 106) 이 기재 (28; 31) 상에 단일층으로 배치되고 결합체와 결합하여 필름을 형성하고, 적어도 일부의 소자가 70% 이상의 광학적으로 활성인 분획을 갖는 것을 특징으로 하는 캡슐화 전기이동 소자.

**청구항 9.**

다수의 캡슐 (2; 90; 100, 102, 104, 106) 이 기재 (28; 31) 상에 단일층으로 배치되고 결합제와 결합하여 필름을 형성하고, 결합제가 결합제 고체를 함유하고, 결합제 고체 대 적어도 일부의 소자의 캡슐의 질량비가 1:2 내지 1:20 인 것으로 하는 캡슐화 전기이동 소자.

청구항 10.

삭제

청구항 11.

삭제

청구항 12.

삭제

청구항 13.

삭제

청구항 14.

삭제

청구항 15.

삭제

청구항 16.

삭제

청구항 17.

삭제

청구항 18.

삭제

청구항 19.

삭제

청구항 20.

삭제

청구항 21.

삭제

청구항 22.

삭제

청구항 23.

삭제

청구항 24.

삭제

청구항 25.

삭제

청구항 26.

삭제

청구항 27.

삭제

청구항 28.

삭제

청구항 29.

삭제

청구항 30.

삭제

청구항 31.

삭제

청구항 32.

삭제

청구항 33.

삭제

청구항 34.

삭제

청구항 35.

삭제

청구항 36.

삭제

청구항 37.

삭제

청구항 38.

삭제

청구항 39.

삭제

청구항 40.

삭제

청구항 41.

삭제

청구항 42.

삭제

청구항 43.

삭제

청구항 44.

삭제

청구항 45.

삭제

청구항 46.

삭제

청구항 47.

삭제

청구항 48.

삭제

청구항 49.

삭제

청구항 50.

삭제

청구항 51.

삭제

청구항 52.

삭제

청구항 53.

삭제

청구항 54.

삭제

청구항 55.

삭제

청구항 56.

삭제

청구항 57.

삭제

청구항 58.

삭제

청구항 59.

삭제

청구항 60.

삭제

청구항 61.

삭제

청구항 62.

삭제

청구항 63.

삭제

청구항 64.

삭제

청구항 65.

삭제

청구항 66.

삭제

청구항 67.

삭제

청구항 68.

삭제

청구항 69.

삭제

청구항 70.

삭제

청구항 71.

삭제

청구항 72.

삭제

청구항 73.

삭제

청구항 74.

삭제

청구항 75.

삭제

청구항 76.

삭제

청구항 77.

삭제

청구항 78.

삭제

청구항 79.

삭제

청구항 80.

삭제

청구항 81.

삭제

청구항 82.

삭제

청구항 83.

삭제

청구항 84.

삭제

청구항 85.

삭제

청구항 86.

삭제

청구항 87.

삭제

청구항 88.

삭제

청구항 89.

삭제

청구항 90.

삭제

청구항 91.

삭제

청구항 92.

삭제



청구항 93.

삭제

청구항 94.

삭제

청구항 95.

삭제

청구항 96.

삭제

청구항 97.

삭제

청구항 98.

삭제

청구항 99.

삭제

청구항 100.

삭제

청구항 101.

삭제

청구항 102.

삭제

청구항 103.

삭제

청구항 104.

삭제

청구항 105.

삭제

청구항 106.

삭제

청구항 107.

삭제

청구항 108.

삭제

청구항 109.

삭제

청구항 110.

삭제

청구항 111.

삭제

청구항 112.

삭제

청구항 113.

삭제

청구항 114.

삭제

청구항 115.

삭제

청구항 116.

삭제

청구항 117.

삭제

청구항 118.

삭제

청구항 119.

삭제

청구항 120.

삭제

청구항 121.

삭제

청구항 122.

삭제

청구항 123.

삭제

청구항 124.

삭제

청구항 125.

삭제

청구항 126.

삭제

청구항 127.

삭제

청구항 128.

삭제

청구항 129.

삭제

청구항 130.

삭제

청구항 131.

삭제

청구항 132.

삭제

청구항 133.

삭제

청구항 134.

삭제

청구항 135.

삭제

청구항 136.

삭제

청구항 137.

삭제

청구항 138.

삭제

청구항 139.

삭제

청구항 140.

삭제

청구항 141.

삭제

청구항 142.

삭제

청구항 143.

삭제

청구항 144.

삭제

청구항 145.

삭제

청구항 146.

삭제

청구항 147.

삭제

청구항 148.

삭제

청구항 149.

삭제

청구항 150.

삭제

청구항 151.

삭제

청구항 152.

삭제

청구항 153.

삭제

청구항 154.

삭제

청구항 155.

삭제

청구항 156.

삭제

청구항 157.

삭제

청구항 158.

삭제

청구항 159.

삭제

청구항 160.

삭제

청구항 161.

삭제

청구항 162.

삭제

청구항 163.

삭제

청구항 164.

삭제

청구항 165.

삭제

청구항 166.

삭제

청구항 167.

삭제

청구항 168.

삭제

청구항 169.

삭제

청구항 170.

삭제

청구항 171.

삭제

청구항 172.

삭제

청구항 173.

삭제

청구항 174.

삭제

청구항 175.

삭제

청구항 176.

삭제

청구항 177.

삭제

청구항 178.

삭제

청구항 179.

삭제

청구항 180.

삭제

청구항 181.

삭제

청구항 182.

삭제

청구항 183.

삭제

청구항 184.

삭제

청구항 185.

삭제

청구항 186.

삭제

청구항 187.

삭제

청구항 188.

삭제

청구항 189.

삭제

청구항 190.

삭제

청구항 191.

삭제

청구항 192.

삭제

청구항 193.

삭제

청구항 194.

삭제

청구항 195.

삭제

청구항 196.

삭제

청구항 197.

삭제

청구항 198.

삭제

청구항 199.

삭제

청구항 200.

삭제

청구항 201.

삭제

청구항 202.

삭제

청구항 203.

삭제

청구항 204.

삭제

청구항 205.

삭제

명세서

### 기술분야

일반적으로 본 발명은 캡슐화 전기이동 디스플레이용 캡슐의 단층을 형성시키기 위한 물질 및 방법에 관한 것이다.

### 배경기술

현재의 전기이동 디스플레이 기술로는 원하는 만큼 밝지 않거나 많은 콘트라스트를 갖지 않는 디스플레이가 제조된다. 현재의 디스플레이는 이들의 구축에서의 제한으로 인해 균일한 밝기 또는 양호한 콘트라스트를 달성할 수 없다. 따라서, 만족스러운 밝기 및 콘트라스트를 갖는 전기이동 디스플레이를 제공하기 위해 새로운 물질 및 구축 방법이 필요하다.

### 발명의 개요

본 발명은 밝고 콘트라스트가 높은 캡슐화 전기이동 디스플레이에 관한 것이다. 이같은 디스플레이는 기재 (substrate) 상에 캡슐의 단층이 형성되도록 디스플레이가 구축되도록 하는 다양한 물질 및 방법으로 달성될 수 있다. 캡슐은 하나 이상의 전기이동적으로 이동성인 입자 및 현탁 유체를 함유한다. 단층의 형성뿐만 아니라, 본 발명의 물질 및 방법은 단층 내의 캡슐이 특정한 유용한 형태로 함께 충전되고/되거나 변형되도록 한다. 예를 들어, 캡슐은 구형이 아닐 수 있다.

명세서에서, 본 발명은 설명을 쉽게 하기 위해 디스플레이로 기술된다. 그러나, 본 명세서에 기재된 조성물 및 방법은 "소자"에도 동일하게 적용될 수 있다. 디스플레이는 소자의 더욱 넓은 범위의 개념의 한 예이다. 하나 이상의 소자들이 디스플레이 또는 다른 제조 물품 내로 배열될 수 있다. 소자에는 디스플레이에 대해 기술된 임의의 특징이 포함될 수 있다.

일반적으로, 입자는 전압의 영향 하에 캡슐 내에서 이동한다. 입자의 위치 및 현탁 유체의 조성에 따라, 다양한 시각적 상태가 가능하다. 매우 일반화된 예에서, 착색 염료 내의 캡슐의 앞쪽에 위치한 (보는 사람을 향해) 반사 입자는 빛을 반사하여 "백색"으로 나타날 것이다. 전기의 사용시 반사 입자가 캡슐의 뒷쪽을 향해 (보는 사람의 반대쪽) 이동할 때, 입자가 염색된 유체에 의해 어두워질 것이고 보는 사람에게 "어두움"으로 나타날 것이다.

캡슐화 전기이동 디스플레이의 성공적인 구축은 여러 상이한 유형의 물질 및 방법의 적절한 상호작용을 필요로 한다. 중합성 결합제, 캡슐 막, 및 전기이동 입자 및 유체와 같은 물질들은 모두 화학적으로 상용성이어야 한다. 캡슐 막은 전기이동 입자와의 유용한 표면 상호작용에 관여될 수 있거나, 유체와 결합제 사이의 불활성 물리적 경계로서 작용할 수 있다. 중합체 결합제는 캡슐 막과 전극 표면 사이의 접착제로서 셋팅될 수 있다.

몇몇 경우에, 방법의 별도의 캡슐화 단계가 필요하지 않다. 전기이동 유체는 결합제 (또는 결합제 물질의 전구체) 내로 직접 분산 또는 에멀션화되어 "중합체가 분산된 전기이동 디스플레이"로 불릴 수 있는 것을 형성할 수 있다. 이같은 디스플레이에서, 개별적인 전기이동 상은 캡슐 막이 존재하지 않더라도 캡슐 또는 마이크로캡슐로 일컬어질 수 있다. 이같은 중합체가 분산된 전기이동 디스플레이는 캡슐화 전기이동 디스플레이의 서브셋 (subset)으로 간주된다.

캡슐화 전기이동 디스플레이에서, 결합제 물질은 캡슐을 둘러싸고 두 전극을 분리한다. 이러한 결합제 물질은 캡슐 및 전극과 상용성이어야 하고 손쉽게 프린팅 또는 코팅되도록 하는 성질을 가져야 한다. 물, 산소, 자외선, 전기이동 유체, 또는 기타 물질에 대한 장벽 성질도 가질 수 있다. 또한, 계면활성제 및 가교결합제를 함유할 수 있고, 이들은 코팅 또는 내구성을 보조할 수 있다. 중합체가 분산된 전기이동 디스플레이는 에멀션 또는 상 분리 유형일 수 있다.

본 발명의 한 국면에서, 캡슐화 전기이동 소자는 기재 상의 실질적으로 단일 층으로 배치된 다수의 비-구형 캡슐을 갖는다.

본 발명의 또다른 국면에서, 캡슐화 전기이동 소자는 기재 상에 실질적으로 단일 층으로 결합제와 조합되어 배치됨으로써 필름을 형성하는 다수의 캡슐을 갖는다. 결합제에는 결합제 고체가 포함될 수 있고, 고체 결합제 질량 대 적어도 일부의 소자의 캡슐의 질량의 비는 약 1:2 내지 약 1:20일 수 있다.

본 발명의 또다른 국면에서, 캡슐화 전기이동 소자는 기재 상에 실질적으로 단일 층으로 배치되고 결합제와 조합됨으로써 필름을 형성하는 다수의 캡슐을 갖는다. 적어도 일부의 소자는 70% 이상의 광학적으로 활성인 분획을 갖는다.

본 발명의 다양한 국면은 임의의 하기 특징을 가질 수 있다. 부가적으로, 이러한 국면의 소자들 또는 하기에 기술되는 것들은 하기 기술되는 임의의 특징과 함께 단독으로 또는 조합되어 사용되어 디스플레이를 형성할 수 있다. 다수의 캡슐이 기재 상에 배치되고 결합제와 조합되어, 필름을 형성할 수 있다. 필름은 결합제 고체가 포함되는 결합제를 가질 수 있고 결합제 고체의 질량 대 적어도 일부의 소자의 캡슐의 질량의 비는 약 1:2 내지 약 1:20일 수 있다. 적어도 일부의 소자는 70% 이상의 광학적으로 활성인 분획을 가질 수 있다. 캡슐은 구형이 아니고/아니거나 기재에 인접한 하나 이상의 면에서 실질적으로 평면일 수 있다. 필름에는 밀접하게 충전된 캡슐들이 포함될 수 있다. 하나 이상의 캡슐에는 현탁 유체 및 하나 이상의 종류의 입자가 포함될 수 있거나, 하나 이상의 캡슐에는 두 개 이상의 입자 종류의 광학적 성질이 다르도록 두 개 이상의 종류의 입자가 포함될 수 있다. 캡슐은 유체-함유 (예컨대 오일) 공동을 갖는 중합체 매트릭스일 수 있다. 캡슐 벽은 캡슐을 한정짓고 이의 두께는 약 0.2 내지 약 10  $\mu\text{m}$ 일 수 있다. 기재에는 중합성 물질, 폴리에스테르 필름, 및/또는 하나 이상의 전극 (예컨대 인듐 주석 산화물)이 포함될 수 있다. 기재의 두께는 약 25 내지 약 500  $\mu\text{m}$ 일 수 있다.

소자는 실질적으로 평면일 수 있는 필름 내에 또는 필름의 반대 면에 형성된 틈새를 실질적으로 채우는 물질의 층을 가질 수 있다. 뒷쪽 기재는 물질의 층에 인접하여 배치될 수 있다. 물질의 층은 초기에는 필름 또는 뒷쪽 기재와 결합될 수 있다. 캡슐, 결합제, 및 물질의 층은 실질적으로 두께가 균일한 층 및/또는 실질적으로 공극이 없는 층 (stratum)을 형성할 수 있다. 이 층의 두께는 약 10 내지 약 500  $\mu\text{m}$ , 바람직하게는 약 50 내지 약 300  $\mu\text{m}$ 일 수 있다. 캡슐의 크기는 실질적으로 균일할 수 있다. 물질의 층은 결합제일 수 있다. 물질의 층에는 절연체, 도체 또는 반도체가 포함될 수 있다. 물질의 층은 필름 내의 틈새를 실질적으로 채우기 전에, 채우는 도중에 및/또는 채운 후에 점착성이거나 액체일 수 있다. 물질의 층의 두께는



약 50  $\mu\text{m}$  이하일 수 있다. 물질의 층에는 예를 들어 탄소 입자, 금 입자, 알루미늄 입자, 백금 입자, 은 입자, 도금된 중합체 구, 도금된 유리 구, 인듐 주석 산화물 입자, 폴리아세틸렌, 폴리아닐린, 폴리피롤, 폴리에틸렌 디옥시티오펜 ("P-DOT") 및/또는 폴리티오펜을 함유하는 접착제가 포함될 수 있다.

뒷쪽 기재에는 하나 이상의 전극, 하나 이상의 트랜지스터 및/또는 하나 이상의 다이오드가 포함될 수 있다. 트랜지스터는 하나 이상의 유기 물질이거나 실리콘-기재일 수 있다. 뒷쪽 기재에는 중합체 물질, 유리 또는 금속이 포함될 수 있다.

본 발명의 또다른 국면에서, 캡슐화 전기이동 소자에는 기재 상에 실질적으로 단일층으로 배치되어 필름을 형성하는 다수의 비-구형 캡슐이 포함된다. 전형적으로, 이러한 구현예의 소자는 실질적으로 결합체를 함유하지 않는다. 이러한 국면은 임의의 상기 기술된 특징을 가질 수 있다. 부가적으로, 이러한 국면은 임의의 상기 특징을 가질 수 있다. 캡슐 및 물질의 층은 두께가 실질적으로 균일하고/하거나 실질적으로 공극이 없는 층을 형성할 수 있다. 부가적으로, 본 발명의 이러한 국면의 하나 이상의 소자는 이러한 국면 또는 본 발명의 다른 국면들의 다른 소자들과 조합되어 디스플레이를 형성할 수 있다.

본 발명의 또다른 국면에서, 실질적으로 단일 층으로 기재 상에 배치된 다수의 캡슐을 가질 수 있는 캡슐화 전기이동 소자의 제조 방법에는 (a) 캡슐을 제공하는 단계; (b) 하나 이상의 캡슐을 결합체와 혼합하여 캡슐/결합체 혼합물을 생성시키는 단계; (c) 캡슐/결합체 혼합물을 적어도 부분적으로 전도성인 기재 상에 코팅하여 필름을 생성시키는 단계; 및 (d) 캡슐/결합체 혼합물을 경화시키는 단계가 포함된다.

본 발명의 이러한 국면은 임의의 상기 나열된 특징 또는 임의의 하기의 특징을 가질 수 있다. 결합체는 아크릴제품, 우레탄 및 폴리(비닐 알코올)로 구성되는 군으로부터 선택될 수 있다. 결합체에는 중합체 라텍스가 포함될 수 있다. 결합체는 증발할 수 있는 분획을 가질 수 있다. 전도성 기재로는 인듐 주석 산화물이 스퍼터링된 (sputtered) 폴리에스테르 필름이 포함될 수 있다. 하나 이상의 캡슐은 현탁 유체에 분산된 다수의 입자 (예컨대 이산화티탄 입자)를 함유할 수 있다. 현탁 유체로는 할로젠화 탄화수소 및/또는 지방족 탄화수소가 포함될 수 있다.

코팅 단계에는 가압 기체를 캡슐/결합체 혼합물에 적용하여, 캡슐/결합체 혼합물이 기재 상에 침전되도록 하여 캡슐을 실질적으로 단일층으로 기재 상에 배치시키는 것이 포함될 수 있다. 코팅 단계에는 가압 기체를 캡슐/결합체 혼합물에 적용하기 전에 또는 적용하는 도중에 가압 기체를 가열, 냉각, 및/또는 이에 액체를 첨가하는 것이 추가로 포함될 수 있다. 액체는 방울 형태일 수 있고/있거나 유기 용매일 수 있다. 유기 용매로는, 예를 들어, 부틸 아세테이트, 메틸렌 클로라이드 및/또는 클로로벤젠이 포함될 수 있다. 유기 용매로는 알코올, 예를 들어, 이소프로필 알코올, 메탄올 및/또는 에탄올이 포함될 수 있다. 코팅 단계에는 캡슐/결합체 혼합물의 표면로부터 약 1 내지 약 15 cm의 거리에서 및/또는 전도성 기재의 표면으로부터 약 0 내지 약 90 도의 각도로 가압 기체를 에어 나이프로 적용하는 것이 포함될 수 있다. 가압 기체에는 공기가 포함될 수 있다.

코팅 단계에는 코팅 헤드를 통해, 예를 들어 전형적으로 낮은 전단력으로 펌프 압력을 제공하는 펌프로 적어도 일부의 캡슐을 필름 상에 코팅하는 것이 포함될 수 있다. 적어도 일부의 캡슐이 단일 층으로 배치되어 단일 층을 형성할 수 있다. 코팅 헤드는 슬롯 다이 코팅 헤드일 수 있다. 전형적으로, 슬롯 다이 코팅 헤드의 슬롯의 폭은 캡슐의 평균 직경의 약 1 내지 약 2.5 배이다.

필름을 뒷쪽 기재에 적층시키는 것이 방법에 추가로 포함될 수 있다. 물질의 층이 필름과 뒷쪽 기재 사이에 배치될 수 있다. 물질의 층은 적층 전에 뒷쪽 기재와 및/또는 필름과 결합될 수 있다. 기체의 가열, 가압 및/또는 진공화가 적층화 단계 중에 일어날 수 있다. 물질의 층은 절연성, 전도성 또는 반도체성일 수 있다. 물질의 층은 적어도 일부의 적층화 단계 중에 점착성이거나 액체 상태일 수 있다. 물질의 층에는 결합체가 포함될 수 있다. 적층화 단계에서 캡슐, 결합체 및 물질의 층을 포함하는 층이 제조될 수 있다. 층은 뒷쪽 기재에 근접한 하나 이상의 실질적으로 평면인 면을 가질 수 있고, 층에는 실질적으로 공극이 없을 수 있고/있거나, 층의 두께가 실질적으로 균일하다. 물질의 층은 실질적으로 필름 내의 틈새를 채울 수 있다. 물질의 층의 두께는 약 50  $\mu\text{m}$  이하일 수 있다. 물질의 층에는 예를 들어 탄소 입자, 금 입자, 알루미늄 입자, 백금 입자, 은 입자, 도금된 중합체 구, 도금된 유리 구, 인듐 주석 산화물 입자, 폴리아세틸렌, 폴리아닐린, 폴리피롤, P-DOT 및/또는 폴리티오펜을 함유하는 접착제가 포함될 수 있다. 결합체에는 결합체 고체가 포함될 수 있고, 결합체 고체의 질량 대 적어도 일부의 소자의 캡슐의 질량의 비율은 약 1:2 내지 약 1:20일 수 있다.

적어도 몇몇 캡슐과의 결합으로부터 물을 제거하는 단계가 추가로 방법에 포함될 수 있다. 물을 제거하는 단계에는 원심분리, 흡수, 증발, 메쉬 여과 및 삼투압 분리로 구성되는 군으로부터 선택되는 방법이 포함될 수 있다.

## 발명의 상세한 설명

본 발명은 캡슐화 전기이동 디스플레이 장치의 기능을 개선시키는 물질 및 방법을 제공한다. 캡슐화 전기이동 디스플레이 장치의 구축에서, 단일 층으로 밀접하게 충전된 구조의 캡슐(전형적으로 전기이동 입자를 함유함)이 바람직하다. 예를 들어, 밀접하게 충전된 구조 내의 캡슐에는 고밀도이고 밀접하게 간격이 유지되는 형태가 포함된다. 부가적으로, 캡슐 벽들이 이들 사이에 거의 결합 물질이 거의 없으면서 서로 밀접하게 피팅되도록 하는 변형가능한 캡슐이 바람직하다. 예를 들어, 이러한 캡슐은 비-구형 모양일 수 있다.

일반적으로, 캡슐화 전기이동 디스플레이에는 빛을 흡수하거나 산란시키는 하나 이상의 종류의 입자가 포함된다. 한 예는 캡슐이 염색된 현탁 유체 내에 분산된 하나 이상의 종류의 전기이동적으로 이동성인 입자를 함유하는 시스템이다. 또다른 예는 캡슐이 투명한 현탁 유체 내에 현탁된 두 개의 개별적인 종류의 입자를 함유하는 시스템이고, 여기서 한 종류의 입자는 빛을 흡수하는(어두움) 반면, 다른 종류의 입자는 빛을 산란시킨다(백색). 다른 예로 확장될 수 있다(둘보다 많은 종류의 입자들, 염료와 함께 또는 염료 없이, 등). 입자들은 일반적으로 고체 안료, 염색된 입자, 또는 안료/중합체 복합물이다.

밀접하게 충전된 상태에서, 전형적으로, 캡슐들의 단일층은 장치의 광학적 활성 부분으로서 바람직하다. 캡슐들은 전형적으로 불투명 안료를 함유하고, 장치의 어떤 상태에서도 빛을 거의 전송하지 않거나 전혀 전송하지 않는다. 따라서, 밀접하게 충전된 캡슐의 제 1 층 상에서 부딪힌 빛들은 산란되거나 흡수된다. 빛은 캡슐을 거의 통과하지 않는다. 개개의 캡슐들(또는 캡슐들의 제 2 층)이 캡슐의 제 1 층 아래에 놓이면, 이러한 캡슐에 빛이 거의 도달하지 않거나 전혀 도달하지 않는다. 그 자체로는, 제 2 층은 광학적 효과에 현저하게 기여하지 않는다. 부가적으로, 캡슐의 추가적인 층들이 필름을 두껍게 하므로, 어떠한 광학적 잇점도 제공하지 않으면서 필름을 작동시키기 위해 필요한 전압이 높아진다.

따라서, 밀접하게 충전된 단층 내의 캡슐을 갖는 캡슐화 전기이동 디스플레이 장치의 구축이 바람직하다. 도 1A 및 1B에 관하여, 전형적으로 캡슐 2는 크기가 실질적으로 균일하다. 또한, 캡슐 2는 도 1B에 나타난 대로 단층 4가 편평한(또는 거의 편평한) 표면 6을 형성할 수 있도록 변형될 수 있다. 한 예에서, 편평한 표면 6은 캡슐 2들이 더욱 밀접하게 충전될 수 있도록 하여, 캡슐 2 내의 입자 8이 디스플레이의 표면을 가로질러 더욱 균일하게 스프레드되도록 한다(도 1A의 입자 8의 분포를 도 1B의 분포와 비교). 부가적으로, 캡슐의 다른쪽의 편평한 표면(보이지 않음)은 캡슐 층과 양호하게 접촉되도록 하는 제 2 기재(또는 제 2 전도성 기재)가 적층될 수 있도록 한다. 이러한 편평한 윗쪽 표면은 자연적으로 형성될 수 있거나, 또다른 물질을 캡슐에 코팅하거나 적층시킴으로써 형성될 수 있다. 전형적으로, 캡슐의 벽 두께는 약 0.2 내지 약 10  $\mu\text{m}$ , 더욱 바람직하게는 약 1 내지 약 5  $\mu\text{m}$ 이다.

실제로, 디스플레이의 상태를 측정하는 한 방법에는 "광학적으로 활성인 분획"으로 불리는 변수가 관련된다. 이러한 변수는 디스플레이의 전체 면적과 비교하여 변화된 외형을 가질 수 있는 디스플레이의 면적을 가리킨다. 변수는 비율, 즉(디스플레이의 변화될 수 있는 표면적)/(디스플레이의 전체 표면적)으로 표시될 수 있다. 전체 면적을 계산할 때, 통상적인 기하학 식을 사용하여 디스플레이의 표면적을 쉽게 계산할 수 있다. 그러나, 캡슐의 성질로 인해, 관찰자는 디스플레이의 평면에 있지 않은 캡슐의 광학적으로 활성인 면적(즉, 외형이 변하는 캡슐의 가시적 부분)을 보게 되고, 이 평면 상에서 전체 표면적이 일반적으로 계산된다. 따라서, 광학적으로 활성인 면적의 위치는 광학적으로 활성인 분획을 추정하기 위해 전체 표면적이 계산되는 평면에 외삽되어야 한다.

도 6A 및 6B는 광학적으로 활성인 분획을 추정하기 위한 광학적으로 활성인 면적의 외삽을 설명한다. 도 6A는 상면도이고 도 6B는 동일한 구조의 측면도이고, 두 그림은 일렬로 정렬된다. 4 개의 캡슐 100, 102, 104 및 106이 디스플레이의 개략적 평면 110에서 보인다. 이러한 직사각형의 평면 110은 디스플레이의 전체 표면적을 나타낸다. 캡슐 100, 102, 104 및 106의 모양으로 인해, 평면 110(도 6A에서 단선으로 보임)과 대략 일치하는 캡슐 100, 102, 104 및 106의 광학적으로 활성인 면적은 전체 광학적으로 활성인 면적(도 6A에서 띠틈선으로 나타남)보다 약간 더 작다. 따라서, 외삽 기술에 따라, 띠틈선으로 표시되는 전체 광학적으로 활성인 면적을 평면 110 상에 중첩시킨다. 도 6B는 어떻게 캡슐 100, 102, 104 및 106이 디스플레이의 평면 110에 밀접해 있지만 이와 일치하지는 않는지를 나타내고, 왜 도 6A의 단선과 띠틈선이 일치하지 않는지를 설명한다. 실제로, 유용한 광학적으로 활성인 분획은 약 70% 이상, 더욱 바람직하게는 약 90% 이상이다.

비-구형 마이크로캡슐은 예를 들어 비균일 전단장(shear field) 또는 압축 압력을 사용하여 캡슐화 단계 중에 형성될 수 있다. 이같은 비-구형 캡슐은 결합체가 건조되거나 경화되는 디스플레이의 가공 중에 형성될 수도 있다. 이같은 시스템에서, 결합체가 수축하면서 캡슐들을 서로 밀접하게 잡아당기고 캡슐들이 코팅된 기재로 향해 캡슐들을 아래로 잡아당긴다. 예를 들어, 수성 증발성 결합제, 예컨대 수함유(waterborne) 아크릴제품, 우레탄 또는 폴리(비닐알코올)이 이같은 수축성을 나타내는 경향이 있다. 전형적으로, 결합체의 일부, 예컨대 물은 증발한다. 기타 증발성 결합제, 예컨대, 또는 용액 또한 적절하다. 용매가 물일 필요는 없고, 유기 액체 또는 액체들의 조합물일 수 있다.

또한, 비-구형 캡슐은, 예를 들어, 필름이 건조되거나 경화될 때 필름에 힘을 가하여 캡슐을 영구적으로 변형시킴으로써 형성될 수도 있다. 이같은 힘은 한쌍의 롤러, 진공 적층 압착기, 기계적 압착기 또는 임의의 기타 적절한 수단에 의해 적용될 수 있다. 이같은 비-구형 캡슐은 경화된 필름을 필름의 한 평면축 또는 양 평면축으로 신장시킴으로써 형성될 수도 있다. 경화 공정의 완결 후, 캡슐이 경화된 필름의 표면 위로 나올 수 있어, 그 결과 캡슐의 광학적 성질을 강화시키는 렌즈 효과를 얻을 수 있다. 마지막으로, 결합제 내에서 부드러워져서, 캡슐 및 결합제가 놓이고 결합제가 경화될 때 캡슐이 변형되어 편평한 표면을 형성하도록 하는 물질로 형성될 수 있다.

또다른 구현예에서, 중합체가 분산된 전기이동 디스플레이를 중합체가 분산된 액정 디스플레이와 유사한 방식으로 구축한다. 유체를 결합제와 혼합한다. 전형적으로, 유체는 오일일 수 있다. 결합제가 건조 또는 경화되면, 유체가 비-구형 캡슐 공동 내로 잡아당겨진다. 이러한 유체-함유 공동은 엘라스토머성 캡슐일 수 있다. 이러한 공동에는 전형적으로 캡슐 벽이 없다. 예를 들어, 도 10은 오일 64로 채워진 공동 60을 나타낸다. 공동은 매트릭스 62 내에 놓인다. 매트릭스 62는 기재 66에 인접한다. 전형적으로, 매트릭스 62는 결합제일 수 있는 중합체로부터 형성된다. 바람직한 구현예에서, 이러한 공동들의 종횡비 (즉, 폭 (w) 대 높이 (h)의 비)는 바람직하게는 약 1.2를 초과한다. 종횡비는 더욱 바람직하게는 약 1.5를 초과하고, 특히 바람직한 구현예에서 종횡비는 약 1.75를 초과한다. 바람직한 구현예에서, 비-구형 캡슐을 갖는 디스플레이의 결합제 부피율 (즉, 전체 부피의 분획)은 약 0 내지 약 0.9이다. 더욱 바람직하게는, 부피율은 약 0.05 내지 약 0.2이다.

전기이동 디스플레이는 캡슐화 전기이동 디스플레이 또는 중합체가 분산된 전기이동 디스플레이 (중합체가 분산된 액정 디스플레이의 구조와 유사)로 구축되고, 비-구형 캡슐 또는 액체 방울은 편평화, 결합제의 수축 또는 기계적 힘에 의해 형성된다. 각각의 경우에, 캡슐은 변형될 수 있어야 하거나, 파괴될 수 있다. 중합체가 분산된 전기이동 디스플레이의 경우, 중합체가 수축될 때 캡슐화 상의 모양이 변한다. 또한, 캡슐화 상은 기재의 신장에 의해 비대칭적으로 변형될 수 있다. 사용될 수 있는 또다른 기술은 거친 상부 표면이 형성되도록 하는 방식으로 결합제를 먼저 건조시키는 것이다. 이어서 나머지 결합제들을 상부 표면이 부서지거나 너무 불균일해질 염려 없이 천천히 건조시킬 수 있다.

본 발명에 따른 단층 및 단층의 형성 방법의 상세한 설명에서 한단계 물러나, 섹션 I에는 본 발명에 따른 전기이동 디스플레이의 몇몇 성분들이 일반적으로 기술된다. 본 발명에 전체적으로 참고로 반영된 미국 특허 출원 일련번호 제 09/141,105 호 (1998년 8월 27일 출원)에 더욱 자세하게 기술되어 있다. 섹션 II에는 디스플레이의 성분들 및 디스플레이를 단층으로 구축하는 방법이 기술되어 있다.

## I. 전기이동 디스플레이 성분

### A. 입자

상기 기술된 대로 전기이동 디스플레이에서 사용하기 위한 입자의 선택에는 많은 융통성이 있다. 본 발명의 목적을 위해, 입자는 전하를 띠거나 또는 전하를 획득할 수 있는 (즉, 전기이동 이동성을 갖거나 획득할 수 있는) 임의의 성분이고, 몇몇 경우에 이러한 이동성은 0이거나 0에 가까울 수 있다 (즉, 입자들이 이동하지 않을 것이다). 입자들은 순수 안료, 염색된 (레이크화:laked) 안료 또는 안료/중합체 복합물, 또는 전하를 띠거나 전하를 획득할 수 있는 임의의 다른 성분일 수 있다. 전기이동 입자에 대한 전형적인 고려할 사항은 이의 광학적 성질, 전기적 성질 및 표면 화학이다. 입자는 유기 또는 무기 화합물일 수 있고, 빛을 흡수하거나 빛을 산란시킬 수 있다. 본 발명에서 사용하기 위한 입자에는 산란 안료, 흡수 안료 및 발광 입자가 더 포함될 수 있다. 입자는 역반사성 예컨대 코너 큐브일 수 있거나, AC 장 (field) 에 의해 여기되었을 때 빛을 방출하는 황화아연 입자와 같이 전자발광성일 수 있거나, 또는 광발광성일 수 있다. 마지막으로, 입자들은 충전 또는 충전제와의 상호작용이 개선되도록 또는 분산성이 개선되도록 표면 처리될 수 있다.

본 발명의 전기이동 디스플레이에서 사용하기 위한 한 입자는 티타니아이다. 티타니아 입자는 예를 들어 산화알루미늄 또는 산화규소와 같은 산화금속으로 코팅될 수 있다. 티타니아 입자는 하나 이상의 산화금속 코팅층을 가질 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 전기이동 디스플레이에서 사용하기 위한 티타니아 입자는 산화알루미늄 코팅 및 산화규소 코팅을 가질 수 있다. 코팅은 임의의 순서로 입자에 가해질 수 있다.

전기이동 입자는 일반적으로 안료, 중합체, 레이크화 안료 또는 이들의 몇몇 조합물이다. 순수 안료는 임의의 안료일 수 있고, 일반적으로 담색 입자용으로 금홍석 (티타니아), 아나타제 (티타니아), 황산바륨, 카올린 또는 산화아연과 같은 안료가 유용하다. 몇몇 전형적인 입자는 높은 굴절지수, 높은 산란 계수 및 낮은 흡수 계수를 갖는다. 다른 입자들은 페인트 및 잉크에서 사용되는 카본 블랙 또는 유색 안료와 같이 흡수성이다. 또한 안료는 현탁 유체에 불용성이어야 한다. 황색 안료 예컨대 디아릴리드 옐로우, 한사 옐로우 및 벤지딘 옐로우 또한 유사한 디스플레이에서 사용된다. 금속성 입자와 같은 비-안료 물질을 포함하여 임의의 기타 반사 물질을 담색 입자용으로 사용할 수 있다.

유용한 순수 안료로는, 제한되지는 않지만,  $PbCrP_4$ , 시안 블루 GT 55-3295 (American Cyanamid Company, Wayne, NJ), Cibacron Black BG (Ciba Company, Inc., Newport, DE), Cibacron Turquoise Blue G (Ciba), Cibalon Black BGL (Ciba), Orasol Black BRG (Ciba), Orasol Black RBL (Ciba), Acetamine Blac, CBS (E.I. du Pont de Nemours and Company, Inc., Wilmington, DE), Crocein Scarlet N Ex (du Pont) (27290), Fiber Black VF (duPont) (30235), Luxol Fast Black L (duPont) (Solv. Black 17), Nirosine Base No. 424 (duPont) (50415B), Oil Black BG (duPont) (Solv. Black 16), Rotalin Black RM (duPont), Sevron Brilliant Red 3 B (duPont); Basic Black DSC (Dye Specialties, Inc.), Hectolene Black (Dye Specialties, Inc.), Azosol Brilliant Blue B (GAF, Dyestuff and Chemical Division, Wayne, NJ) (Solv. Blue 9), Azosol Brilliant Green BA (GAF) (Solv. Green 2), Azosol Fast Brilliant Red B (GAF), Azosol Fast Orange RA Conc. (GAF) (Solv. Orange 20), Azosol Fast Yellow GRA Conc. (GAF) (13900 A), Basic Black KMPA (GAF), Benzofix Black CW-CF (GAF) (35435), Cellitazol BNFV Ex Soluble CF (GAF) (Disp. Black 9), Celliton Fast Blue AF Ex Conc (GAF) (Disp. Blue 9), Cyper Black IA (GAF) (Basic Blk. 3), Diamine Black CAP Ex Conc (GAF) (30235), Diamond Black EAN Hi Con. CF (GAF) (15710), Diamond Black PBBA Ex (GAF) (16505); Direct Deep Black EA Ex CF (GAF) (30235), Hansa Yellow G (GAF) (11680); Indanthrene Black BBK Powd. (GAF) (59850), Indocarbon CLGS Conc. CF (GAF) (53295), Katigen Deep Black NND Hi Conc. CF (GAF) (15711), Rapidogen Black 3 G (GAF) (Azoic Blk. 4); Sulphone Cyanine Black BA-CF (GAF) (26370), Zambezi Black VD Ex Conc. (GAF) (30015); Rubanox Red CP-1495 (The Sherwin-Williams Company, Cleveland, OH) (15630); Raven 11 (Columbian Carbon Company, Atlanta, GA) (입자 크기가 약 25  $\mu m$ 인 카본 블랙 응집체), Statex B-12 (Columbian Carbon Co.) (33  $\mu m$  평균 입자 크기의 퍼나스 블랙) 및 크롬 그린 이 포함된다.

또한 입자에는 레이크화 또는 염색된 안료도 포함될 수 있다. 레이크화 안료는 염료가 침전되어 있거나 착색된 입자이다. 레이크는 쉽게 용해될 수 있는 음이온성 염료의 금속 염이다. 이들은 하나 이상의 술폰산 또는 카르복실산 기를 함유하는 아조, 트리페닐메탄 또는 안트라퀴논 구조의 염료이다. 이들은 일반적으로 갈슘, 바륨 또는 알루미늄 염에 의해 기재 상에 침전된다. 전형적인 예는 피코크 블루 레이크 (CI Pigment Blue 24) 및 페르시안 오렌지 (CI Acid Orange 7의 레이크), Black M Toner (GAF) (레이크 상에 침전된 카본 블랙 및 검정 염료의 혼합물)이다.

염색된 유형의 어두운 입자는 임의의 빛 흡수 물질, 예컨대 카본 블랙, 또는 무기 검정 물질로부터 구축될 수 있다. 또한 어두운 물질은 선택적으로 흡수할 수도 있다. 예를 들어, 암녹색 안료를 사용할 수 있다. 또한 검정 입자는 라텍스를 산화 금속으로 착색시킴으로써 형성될 수 있고, 이같은 라텍스 공중합체는 임의의 부타디엔, 스티렌, 이소프렌, 메타크릴산, 메틸 메타크릴레이트, 아크릴로니트릴, 비닐 클로라이드, 아크릴산, 나트륨 스티렌 술포네이트, 비닐 아세테이트, 클로로스티렌, 디메틸아미노프로필메타크릴아미드, 이소시아노에틸 메타크릴레이트 및 N-(이소부톡시메타크릴아미드)로 구성되고, 콘주게이트화 디엔 화합물 예컨대 디아크릴레이트, 트리아크릴레이트, 디메틸아크릴레이트 및 트리메틸아크릴레이트가 임의로 포함된다. 또한 검정 입자는 분산 중합 기술에 의해 형성될 수도 있다.

안료 및 중합체를 함유하는 시스템에서, 안료 및 중합체는 전기이동 입자 내에 다중 도메인을 형성할 수 있거나, 더 작은 안료/중합체 조합된 입자의 응집체일 수 있다. 대안적으로, 중심 안료 코어가 중합체 쉘로 둘러싸일 수 있다. 안료, 중합체, 또는 이들 모두는 염료를 함유할 수 있다. 입자의 광학적 목적은 빛을 산란시키거나, 빛을 흡수하거나, 또는 빛을 산란시키고 흡수하는 것이다. 유용한 크기는 입자가 결합 캡슐보다 작은 한 1 nm 내지 약 100  $\mu m$  범위일 수 있다. 전기이동 입자의 밀도는 현탁 (즉, 전기이동) 유체의 밀도에 실질적으로 필적할 수 있다. 현탁 유체의 밀도와 입자의 밀도 사이의 차이가 약 0 내지 약 2 g/ml 사이이면, 현탁 유체의 밀도는 입자의 밀도에 "실질적으로 필적한다"고 본 명세서에서 정의된다. 이러한 차이는 바람직하게는 약 0 내지 약 0.5 g/ml이다.

입자용으로 유용한 중합체로는, 제한되지는 않지만, 폴리스티렌, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 페놀 수지, Du Pont Elvax 수지 (에틸렌-비닐 아세테이트 공중합체), 폴리에스테르, 폴리아크릴레이트, 폴리메타크릴레이트, 에틸렌 아크릴산 또는 메타크릴산 공중합체 (Nucrel Resins-Dupont, Primacor Resins-Dow Chemical), 아크릴산 공중합체 및 3량체 (Elvacite Resins, DuPont) 및 PMMA가 포함된다. 높은 전단 용융으로의 단독중합체/안료 상 분리에 유용한 물질로는, 제한되지는 않지만, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리이소부틸메타크릴레이트, 폴리스티렌, 폴리부타디엔, 폴리이소프렌, 폴리이소부틸렌, 폴리라우릴 메타크릴레이트, 폴리스테아릴 메타크릴레이트, 폴리이소보르닐 메타크릴레이트, 폴리-t-부틸 메타크릴레이트, 폴리에틸 메타크릴레이트, 폴리메틸 아크릴레이트, 폴리에틸 아크릴레이트, 폴리아크릴로니트릴, 및 두개 이상의 이러한 물질의 공중합체가 포함된다. 시판되는 몇몇 유용한 안료/중합체 복합체로는, 제한되지는 않지만, Process Magenta PM 1776 (Magruder Color Company, Inc., Elizabeth, NJ), Methyl Violet PMA VM6223 (Magruder Color Company, Inc., Elizabeth, NJ) 및 Naphthol FGR RF6257 (Magruder Color Company, Inc., Elizabeth, NJ)가 포함된다.

안료-중합체 복합물은 물리적 공정 (예를 들어, 마모 또는 볼 분쇄), 화학적 공정 (예를 들어, 마이크로캡슐화 또는 분산 중합), 또는 입자 제조 업계에 공지된 임의의 다른 방법에 의해 형성될 수 있다. 예를 들어, 액체 토너 입자의 제조와 이러한 입자의 충전 모두를 위한 방법 및 물질이 관련될 수 있다.

새롭고 유용한 전기이동 입자가 여전히 발견될 수 있지만, 다수의 입자들은 이미 전기이동 디스플레이 업계의 숙련자에게 공지되어 있고 액체 토너 또한 유용한 것으로 입증될 수 있다. 일반적으로, 액체 토너 및 캡슐화 전기이동 잉크에 대한 중합체 필요조건은 안료 또는 염료가 물리적, 화학적 또는 물리화학적 공정에 의해 쉽게 혼입되어야 하고, 콜로이드성 안정도에 도움을 줄 수 있고, 충전 부위를 함유하거나 충전 부위를 함유하는 물질을 혼입시킬 수 있다는 점에서 유사하다. 캡슐화 전기이동 잉크가 공유하지 않는 액체 토너 산업으로부터의 한 일반적인 필요조건은 토너가 이미지를 "고정"할 수 있어야 한다는 것, 즉 함께 열 융합되어 토너 입자의 배치 후에 균일한 필름을 생성시킬 수 있어야 한다는 것이다.

전형적인 입자 제조 기술은 액체 토너 및 다른 업계로부터 얻어질 수 있고, 볼 분쇄, 마모, 젯트 분쇄 등이 포함된다. 안료화 중합성 입자의 경우에 대해 공정을 설명할 것이다. 이같은 경우에 안료를 일반적으로 몇몇 종류의 높은 전단 메카니즘 예컨대 스크류 압출기에서 중합체 내에 혼합한다. 이어서 복합 물질을 약 10  $\mu\text{m}$ 의 출발 크기로 분쇄한다 (습식 또는 건식). 이어서 이것을 선택적으로 몇몇 전하 조절제와 함께, 캐리어 액체, 예를 들어 ISOPAR<sup>®</sup> (Exxon, Houston, TX) 내에 분산시키고, 높은 전단 하에 몇시간 동안 최종 입자 크기 및/또는 크기 분포로 분쇄한다.

또다른 입자용 제조 기술은 중합체, 안료 및 현탁 유체를 미디어 분쇄기에 첨가하는 것이다. 분쇄기가 작동되고 동시에 중합체가 실질적으로 용매와 함께 팽윤하는 온도로 가열된다. 이러한 온도는 전형적으로 100 °C 근처이다. 이러한 상태에서, 안료가 팽윤된 중합체 내로 쉽게 캡슐화된다. 적절한 시간, 전형적으로 몇시간 후에, 분쇄기를 교반하면서 점차적으로 주위 온도로 냉각시킨다. 수분 동안 계속 분쇄하여 충분히 작은 입자 크기, 전형적으로 수 미크론의 직경을 달성할 수 있다. 이때 충전제를 첨가할 수 있다. 임의로, 더 많은 현탁 유체를 첨가할 수 있다.

화학적 방법 예컨대 분산 중합, 미니- 또는 마이크로-에멀션 중합, 현탁 중합 침전, 상 분리, 용매 증발, 원위치 중합, 과종 (seeded) 에멀션 중합, 또는 일반적인 마이크로캡슐화의 범주 내에 속하는 임의의 방법을 사용할 수 있다. 이러한 유형의 전형적인 방법은 용해된 중합성 물질이 용매 희석, 증발 또는 열 변화를 통해 분산된 안료 표면 상에 용액으로부터 침전되는 상 분리 공정이다. 다른 방법에는, 예를 들어 산화 금속 또는 염료로, 중합성 라텍스를 착색시키기 위한 화학적 수단이 포함된다.

## B. 현탁 유체

입자들을 함유하는 현탁 유체는 밀도, 굴절지수 및 용해도와 같은 성질을 기준으로 선택될 수 있다. 바람직한 현탁 유체는 낮은 유전상수 (약 2), 높은 부피 저항률 (약  $10^{15}$  ohm-cm), 낮은 점도 (5 센티스토크 ("cst") 미만), 낮은 독성 및 환경 영향, 낮은 수용해도 (10 ppm 미만), 높은 비중 (1.5 초과), 높은 비점 (90 °C 초과) 및 낮은 반사지수 (1.2 미만)를 갖는다.

현탁 유체의 선택은 화학적 불활성도, 전기이동 입자에 필적하는 밀도, 또는 전기이동 입자 및 결합 캡슐 모두와의 화학적 혼화성의 관계를 기준으로 할 수 있다. 유체의 점도는 입자가 이동하길 원한다면 낮아야 한다. 또한 현탁 유체의 굴절 지수는 입자의 굴절 지수에 실질적으로 필적할 수 있다. 현탁 유체의 굴절 지수와 입자의 굴절 지수 사이의 차이가 약 0 내지 약 0.3, 바람직하게는 약 0.05 내지 약 0.2일 때, 현탁 유체의 굴절 지수가 입자의 굴절 지수에 "실질적으로 필적한다"로 본 발명에서 사용한다.

부가적으로, 유체는 몇몇 중합체에 대한 불량 용매이도록 선택될 수 있고, 이것은 미세입자의 제작에 사용하기에 유리한데, 중합체 및 안료의 입자를 제작하는데 유용한 중합성 물질의 범위를 증가시키기 때문이다. 유기 용매 예컨대 할로겐화 유기 용매, 포화 직쇄 또는 분지쇄 탄화수소, 실리콘 오일, 및 저분자량 할로젠-함유 중합체가 일부 유용한 현탁 유체이다. 현탁 유체는 단일 유체를 포함할 수 있다. 그러나, 유체는 이의 화학적 및 물리적 성질을 조절하기 위해 종종 하나 이상의 유체의 혼합물일 것이다. 또한, 유체는 전기이동 입자 또는 결합 캡슐의 표면 에너지 또는 전하를 개질시키기 위한 표면 개질제를 함유할 수 있다. 마이크로캡슐화 공정의 반응물 또는 용매 (예를 들어, 지용성 단량체) 또한 현탁 유체에 함유될 수 있다. 전하 조절제 또한 현탁 유체에 첨가될 수 있다.

유용한 유기 용매로는, 제한되지는 않지만, 에폭시드, 예컨대 데칸 에폭시드 및 도데칸 에폭시드; 비닐 에테르, 예컨대 시클로헥실 비닐 에테르 및 Decave<sup>®</sup> (International Flavors & Fragrances, Inc., New York, NY); 및 방향족 탄화수소, 예컨대 톨루엔 및 나프탈렌이 포함된다. 유용한 할로겐화 유기 용매로는, 제한되지는 않지만, 테트라플루오로디브로모에

틸렌, 테트라클로로에틸렌, 트리플루오로클로로에틸렌, 1,2,4-트리클로로벤젠, 사업화탄소가 포함된다. 이러한 물질의 밀도는 높다. 유용한 탄화수소로는, 제한되지는 않지만, 도데칸, 테트라데칸, Isopar<sup>®</sup> 시리즈의 지방족 탄화수소 (Exxon, Houston, TX), Norpar<sup>®</sup> (일련의 일반 파라핀계 액체), Shell-Sol<sup>®</sup> (Shell, Houston, TX), 및 Sol-Trol<sup>®</sup> (Shell), 나프타, 및 기타 페트롤륨 용매가 포함된다. 이러한 물질들의 밀도는 일반적으로 낮다. 실리콘 오일의 유용한 예로는, 제한되지는 않지만, 옥타메틸 시클로실록산 및 고분자량의 고리형 실록산, 폴리 (메틸 페닐 실록산), 헥사메틸디실록산, 및 폴리 디메틸실록산이 포함된다. 이러한 물질들의 밀도는 일반적으로 낮다. 유용한 저분자량 할로젠-함유 중합체로는, 제한되지는 않지만, 폴리(클로로트리플루오로에틸렌) 중합체 (Halogenated hydrocarbon Inc., River Edge, NJ), Galden<sup>®</sup> (Ausimont, Morristown, NJ의 퍼플루오로화 에테르) 또는 Dupont (Wilmington, DE)의 Krytox<sup>®</sup>이 포함된다. 바람직한 구현예에서, 현탁 유체는 폴리(클로로트리플루오로에틸렌) 중합체이다. 특히 바람직한 구현예에서, 이러한 중합체의 중합도는 약 2 내지 약 10이다. 많은 상기 물질들은 광범위한 점도, 밀도 및 비점으로 시판된다.

유체는 캡슐이 형성되기 전에 작은 방울로 형성될 수 있어야 한다. 작은 방울을 형성시키기 위한 공정에는 통과 (flow-through) 제트, 막, 노즐 또는 구멍뿐만 아니라, 전단-기재 에멀션화 계획 또한 포함된다. 전기장 또는 초음파장이 작은 방울의 형성을 보조할 수 있다. 계면활성제 및 중합체를 사용하여 에멀션 유형 캡슐화의 경우 방울의 안정화 및 에멀션화를 도울 수 있다. 본 발명의 디스플레이에서 사용하기 위한 한 계면활성제는 나트륨 도데실술페이트이다.

몇몇 디스플레이에서는 현탁 유체가 광학적 흡수 염료를 함유하는 것이 유리할 수 있다. 이러한 염료는 유체에 가용성이어야 하지만, 일반적으로 캡슐의 다른 성분에는 불용성일 것이다. 염료 물질의 선택에는 많은 용통성이 있다. 염료는 순수한 화합물, 또는 검정을 포함하여 특정한 색에 이르기 위한 염료들의 혼합물일 수 있다. 염료는 형광성일 수 있고, 이는 입자의 위치에 따라 형광성이 좌우되는 디스플레이를 제조할 것이다. 염료는 가시광선 또는 자외선으로의 조사시 다른색으로 변하거나 무색이 될 수 있는 광활성일 수 있어, 광학적 반응을 수득하기 위한 또다른 수단을 제공한다. 또한 염료는 중합될 수 있어, 결합 셀 내에 고체 흡수 중합체를 형성한다.

캡슐화 전기이동 디스플레이에서 사용하기 위해 선택할 수 있는 많은 염료가 존재한다. 여기서 중요한 성질에는 내광성, 현탁 유체에의 용해도, 색 및 비용이 포함된다. 이들은 일반적으로 아조, 안트라퀴논, 및 트리페닐메탄 유형 염료의 군으로부터 생기고, 화학적으로 개질되어 오일 상에서의 용해도를 증가시키고 입자 표면에 의한 흡수를 감소시킬 수 있다.

전기이동 디스플레이 업계의 숙련자에게 이미 공지된 다수의 염료가 유용함이 증명될 것이다. 유용한 아조 염료로는, 제한되지는 않지만, Oil Red 염료, 및 Sudan Red 및 Sudan Black 시리즈의 염료가 포함된다. 유용한 안트라퀴논 염료로는, 제한되지는 않지만, Oil Blue 염료, 및 Macrolex Blue 시리즈의 염료가 포함된다. 유용한 트리페닐메탄 염료로는, 제한되지는 않지만, Michler's hydrol, Malachite Green, Crystal Violet, 및 Auramine O가 포함된다.

### C. 전하 조절제 및 입자 안정화제

전하 조절제는 전기이동 입자에 양호한 전기이동 이동성을 제공하기 위해 사용된다. 안정화제는 전기이동 입자의 응집을 방지할 뿐만 아니라 전기이동 입자가 비가역적으로 캡슐 벽 상에 침착되는 것을 방지하기 위해 사용된다. 각각의 성분은 광범위한 분자량 (저분자량, 올리고머성, 또는 중합성)에 걸친 물질로부터 구축될 수 있고, 순수하거나 혼합물일 수 있다. 입자 표면 전하를 개질시키고/시키거나 안정화시키기 위해 사용되는 전하 조절제는 액체 토너, 전기이동 디스플레이, 비-수성 페인트 분산액, 및 엔진-오일 첨가물 업계에 일반적으로 공지된 대로 적용된다. 모든 이러한 업계에서, 충전 종들이 전기이동 이동성을 증가시키거나 정전기 안정화를 증가시키기 위해 비-수성 매체에 첨가될 수 있다. 물질은 입체적 안정화 또한 개선시킬 수 있다. 선택적 이온 흡착, 양성자 전달 및 접촉 대전을 포함하여 충전의 상이한 이론들이 가정된다.

선택적인 전하 조절제 또는 전하 도파기를 사용할 수 있다. 이러한 성분들은 전형적으로 저분자량의 계면활성제, 중합성 약제 또는 하나 이상의 성분들의 혼합물로 구성되고 전기이동 입자 상의 전하의 신호 및/또는 크기를 안정화시키거나 개질시키는 것에 도움이 된다. 안료의 산성 또는 염기성 표면 성질을 고려하여 안료 자체의 충전 성질을 고려할 수 있거나, 또는 충전 부위는 캐리어 수지 표면 (존재한다면) 또는 둘의 조합 상에서 일어날 수 있다. 관련될 수 있는 추가적인 안료 성질은 입자 크기 분포, 화학적 조성 및 내광성이다. 입자 표면 전하를 개질시키고/시키거나 안정화시키기 위해 사용되는 전하 조절제는 액체 토너, 전기이동 디스플레이, 비-수성 페인트 분산액 및 엔진-오일 첨가물의 업계에 일반적으로 공지된 대로 적용될 수 있다. 모든 이러한 업계에서, 충전 종들이 전기이동 이동성을 증가시키거나 정전기 안정화를 증가시키기 위해 비-수성 매체에 첨가될 수 있다. 물질은 입체적 안정화 또한 개선시킬 수 있다. 선택적 이온 흡착, 양성자 전달 및 접촉 대전을 포함하여 충전의 상이한 이론들이 가정된다.

전하 보강제 또한 첨가될 수 있다. 이러한 물질들은 전하 조절제 또는 전하 도파제의 유효성을 증가시킨다. 전하 보강제는 폴리히드록시 화합물 또는 아미노알코올 화합물일 수 있고, 이들은 바람직하게는 현탁 유체에 2 중량% 이상의 양으로 사용된다. 2 개 이상의 히드록실기를 함유하는 폴리히드록시 화합물의 예로는, 제한되지는 않지만, 에틸렌 글리콜, 2,4,7,9-테트라메틸-데신-4,7-디올, 폴리(프로필렌 글리콜), 펜타에틸렌 글리콜, 트리프로필렌 글리콜, 트리에틸렌 글리콜, 글리세롤, 펜타에리트리톨, 글리세롤-트리-12 히드록시스테아레이트, 프로필렌 글리세롤 모노히드록시스테아레이트, 및 에틸렌 글리콜 모노히드록시스테아레이트가 포함된다. 동일한 분자 내에 하나 이상의 알코올 관능기 및 하나 이상의 아민 관능기를 함유하는 아미노알코올 화합물의 예로는, 제한되지는 않지만, 트라이소프로판올아민, 트리에탄올아민, 에탄올아민, 3-아미노-1 프로판올, o-아미노페놀, 5-아미노-1-펜탄올, 및 테트라(2-히드록시에틸)에틸렌디아민이 포함된다. 전하 보강제는 바람직하게는 입자 질량의 g 당 약 1 내지 약 100 mg (mg/g), 더욱 바람직하게는 약 50 내지 약 200 mg/g의 양으로 현탁 유체 내에 존재한다.

또한 입자의 표면은 예를 들어 분산을 보조하고, 표면 전하를 개선시키고, 분산액의 안정성을 개선시키기 위해 화학적으로 개질될 수 있다. 표면 개질제로는 유기 실록산, 유기할로겐 실란 및 기타 관능성 실란 커플링제 (Dow Corning® Z-6070, Z-6124 및 3 첨가물, Midland, MI); 유기 티타네이트 및 지르코네이트 (Tyzor® TOT, TBT 및 TE 시리즈, Dupont, Wilmington, DE); 수소화제, 예컨대 장쇄 (C12 내지 C50) 알킬 및 알킬 벤젠 술폰산, 지방 아민 또는 디아민 및 이들의 염 또는 4차 유도체; 및 입자 표면에 공유결합적으로 결합될 수 있는 양쪽성 중합체가 포함된다.

일반적으로, 충전 결과 연속 상 내에 존재하는 일부 부분과 입자 표면 사이의 산-염기 반응이 일어나는 것으로 여겨진다. 따라서 유용한 물질은 이같은 반응 또는 당업계에 공지된 임의의 기타 충전 반응에 참여할 수 있는 것들이다.

유용한 전하 조절제의 여러 비제한적 군에는 유기 술페이트 또는 술포네이트, 금속 비누, 블록 또는 빗살 중합체, 유기 아미드, 유기 쓰비터이온, 및 유기 포스페이트 및 포스포네이트가 포함된다. 유용한 유기 술페이트 및 술포네이트로는, 제한되지는 않지만, 비스(2-에틸 헥실) 나트륨 술포숙시네이트, 칼슘 도데실 벤젠 술포네이트, 칼슘 페트룰름 술포네이트, 중성 또는 염기성 바륨 디노닐나프탈렌 술포네이트, 중성 또는 염기성 칼슘 디노닐나프탈렌 술포네이트, 도데실벤젠술폰산 나트륨 염, 및 암모늄 라우릴 술페이트가 포함된다. 유용한 금속 비누로는, 제한되지는 않지만, 염기성 또는 중성 바륨 페트로네이트, 칼슘 페트로네이트, 나프텐산의 Co-, Ca-, Cu-, Mn-, Ni-, Zn- 및 Fe- 염, 스테아르산의 Ba-, Al-, Zn-, Cu-, Pb- 및 Fe- 염, 2가 또는 3가 금속 카르복실레이트, 예컨대 알루미늄 트리스테아레이트, 알루미늄 옥토에이트, 리튬 헵타노에이트, 철 스테아레이트, 철 디스테아레이트, 바륨 스테아레이트, 크롬 스테아레이트, 마그네슘 옥토에이트, 칼슘 스테아레이트, 철 나프테네이트, 및 아연 나프테네이트, Mn- 및 Zn- 헵타노에이트, 및 Ba-, Al-, Co-, Mn- 및 Zn- 옥토에이트가 포함된다. 유용한 블록 또는 빗살 공중합체로는, 제한되지는 않지만, (A) 메틸-p-톨루엔술포네이트로 4차화된 2-(N,N) 디메틸아미노에틸 메타크릴레이트의 중합체와 (B) 폴리-2-에틸헥실 메타크릴레이트의 AB 2블록 공중합체, 및 폴리(메틸 메타크릴레이트-메타크릴산)의 지용성 앵커 (anchor) 기에 매달린, 폴리(12-히드록시스테아르산)의 지용성 꼬리를 갖고 분자량이 약 1800인 빗살 그래프트 공중합체가 포함된다. 유용한 유기 아미드로는, 제한되지는 않지만, 폴리이소부틸렌 숙신이미드 예컨대 OLOA 1200, 및 N-비닐 피롤리돈 중합체가 포함된다. 유용한 유기 쓰비터이온에는, 제한되지는 않지만, 레시틴이 포함된다. 유용한 유기 포스페이트 및 포스포네이트로는, 제한되지는 않지만, 포화 및 불포화 산 치환기를 갖는 포스페이트화 모노- 및 디-글리세리드의 나트륨 염이 포함된다.

입자 분산액 안정화제는 입자 엉김 또는 캡슐 벽에의 부착을 방지하기 위해 첨가될 수 있다. 전기이동 디스플레이에서 현탁 유체로 사용되는 전형적인 높은 저항률 액체용으로, 비수성 계면활성제를 사용할 수 있다. 이들에는, 제한되지는 않지만, 글리콜 에테르, 아세틸렌 글리콜, 알칸올아미드, 소르비톨 유도체, 알킬 아민, 4차 아민, 이미다졸린, 디알킬 옥시드, 및 술포숙시네이트가 포함된다.

#### D. 캡슐화

내부 상의 캡슐화는 다수의 상이한 방식으로 이루어질 수 있다. 다수의 적절한 마이크로캡슐화용 절차는 [*Microencapsulation, Processes and Applications*, (I.E. Vandegaer, ed.), Plenum Press, New York, NY (1974)] 및 [*Gutcho, Microcapsules and Microencapsulation Techniques*, Nuyes Data Corp., Park Ridge, N.J. (1976)]에 상술되어 있다. 이 절차들은 여러 일반적인 카테고리 내에 속하고, 이들 모두는 본 발명에 적용될 수 있다: 계면 중합, 원위치 중합, 물리적 공정, 예컨대 공압출 및 기타 상 분리 공정, 액체 내 경화, 및 단순/복합 코아세르베이션.

다수의 물질 및 공정은 본 발명의 디스플레이를 제조하는데 유용한 것으로 입증되어야 한다. 캡슐을 형성시키기 위한 단순 코아세르베이션 공정에 유용한 물질에는, 제한되지는 않지만, 젤라틴, 폴리비닐 알코올, 폴리비닐 아세테이트, 및 셀룰로

스성 유도체, 예컨대 카르복시메틸셀룰로스가 포함된다. 복합 코아세르베이션 공정에 유용한 물질로는, 제한되지는 않지만, 젤라틴, 아카시아, 카라기난, 카르복시메틸셀룰로스, 가수분해된 스티렌 무수물 공중합체, 아가, 알기네이트, 카제인, 알부민, 메틸 비닐 에테르 코-말레산 무수물, 및 셀룰로스 프탈레이트가 포함된다. 상 분리 공정에 유용한 물질로는, 제한되지는 않지만, 폴리스티렌, PMMA, 폴리에틸 메타크릴레이트, 폴리부틸 메타크릴레이트, 에틸 셀룰로스, 폴리비닐 피리딘, 및 폴리 아크릴로니트릴이 포함된다. 원위치 중합 공정에 유용한 물질로는, 제한되지는 않지만, 폴리히드록시아미드와 함께, 알데히드, 멜라민, 또는 요소 및 포름알데히드; 멜라민, 또는 요소 및 포름 알데히드의 축합물의 수용성 올리고머; 및 비닐 단량체, 예컨대 스티렌, MMA 및 아크릴로니트릴이 포함된다. 마지막으로, 계면 중합 공정에 유용한 물질로는, 제한되지는 않지만, 디아실 클로라이드, 예컨대 세바코일, 아디포일, 및 디- 또는 폴리-아민 또는 알코올, 및 이소시아네이트가 포함된다. 유용한 에멀션 중합 물질로는, 제한되지는 않지만, 스티렌, 비닐 아세테이트, 아크릴산, 부틸 아크릴레이트, t-부틸 아크릴레이트, 메틸 메타크릴레이트, 및 부틸 메타크릴레이트가 포함될 수 있다.

제조된 캡슐은 경화가 가능한 캐리어 내로 분산될 수 있어, 그 결과 통상적인 프린팅 또는 코팅 기술을 사용하여 크고 임의 모양인 또는 구부러진 표면 상에 프린트되거나 코팅될 수 있는 잉크가 생성된다.

본 발명의 문맥에서, 당업계의 숙련가는 원하는 캡슐 성질을 기준으로 하여 캡슐화 절차 및 벽 물질을 선택할 것이다. 이러한 성질에는 캡슐 반지름의 분포; 캡슐 벽의 전기적, 기계적, 확산, 및 광학적 성질; 및 캡슐의 내부 상과의 화학적 혼화성이 포함된다.

캡슐 벽은 일반적으로 높은 전기적 저항률을 가진다. 저항률이 상대적으로 낮은 벽을 사용할 수 있지만, 이는 상대적으로 더 높은 주조시점 전압을 요구하는 것에서 성능을 제한할 수 있다. 또한 캡슐 벽은 (마무리된 캡슐 분말이 코팅용 경화가 가능 중합성 결합체 내에 분산되면 기계적 강도가 그리 중요하지는 않지만) 기계적으로 강해야 한다. 캡슐 벽은 일반적으로 다공성이 아니어야 한다. 그러나, 다공성 캡슐이 제조되는 캡슐화 절차를 사용하려면, 후-가공 단계 (즉, 2차 캡슐화)에서 다공성 캡슐들을 오버코팅할 수 있다. 또한, 캡슐을 경화가 가능 결합체에 분산시키려면, 결합체는 구멍들을 밀접하게 하는데 기여할 것이다. 캡슐 벽은 광학적으로 투명해야 한다. 그러나, 벽 물질은 캡슐의 내부 상 (즉, 현탁 유체) 또는 캡슐이 분산될 결합체의 굴절 지수에 필적하도록 선택될 수 있다. 몇몇 적용 (예를 들어, 두 개의 고정된 전극 사이의 삽입)을 위해, 단순분산된 캡슐 반경이 바람직하다.

본 발명에 적절한 캡슐화 기술에는 음전하를 띠고 카르복실-치환된 선형 탄화수소 고분자 전해질 물질의 존재 하에 오일/물 에멀션의 수성 상에서의 요소와 포름알데히드 간의 중합이 수반된다. 생성된 캡슐 벽은 요소/포름알데히드 공중합체이고, 이것은 내부 상을 직접 둘러싼다. 캡슐은 투명하고, 기계적으로 강하며, 양호한 저항률 성질을 갖는다.

원위치 중합의 관련된 기술은 오일/물 에멀션을 사용하고, 이것은 수성 환경 내에 전기이동 조성물 (즉, 안료 입자의 현탁액을 함유하는 유전체 액체)을 분산시킴으로써 형성된다. 단량체가 중합되어 수성 상보다 내부 상에의 친화도가 더 높은 중합체가 형성되고, 따라서 에멀션화 오일성 방울 주변에 축합된다. 원위치 중합 방법에서, 요소와 포름알데히드가 폴리(아크릴산)의 존재 하에 축합된다 (예를 들어, U.S. 특허 제 4,001,140 호 참조). U.S. 특허 제 4,273,672 호에 기술된 다른 공정에서, 수용액 내에 함유된 임의의 다양한 가교결합체가 미세한 오일 방울 주변에 침착된다. 이같은 가교결합체에는 알데히드, 특히 포름알데히드, 글리옥살, 또는 글루타르알데히드; 알룸; 지르코늄 염; 및 폴리 이소시아네이트가 포함된다.

코아세르베이션 접근법 또한 오일/물 에멀션을 사용한다. 하나 이상의 콜로이드가 수성 상으로부터 코아세르베이트되고 (즉, 집적되고) 온도, pH 및/또는 상대적인 농도의 조절을 통해 오일성 방울 주변에 셀로 침착되어, 마이크로캡슐이 생성된다. 코아세르베이션에 적절한 물질로는 젤라틴 및 아라비아 고무가 포함된다. 예를 들어, U.S. 특허 제 2,800,457 호 참조.

계면 중합 접근법은 전기이동 조성물 내의 지용성 단량체의 존재에 좌우되고, 이것은 다시 한번 수성 상 내의 에멀션으로 존재한다. 미소 소수성 방울 내의 단량체가 수성 상 내로 도입된 단량체와 반응하여, 방울과 주위의 수성 매질 사이의 계면에서 중합하고 방울 주변에 셀을 형성한다. 생성된 벽이 비교적 얇고 투과성일 수 있지만, 이러한 방법은 몇몇 다른 방법의 특징인 상승된 온도를 필요로 하지 않고, 따라서 유전체 액체를 선택하는 것의 관점에서 더욱 큰 융통성을 제공한다.

도 7A는 에멀션-기재 캡슐화를 수행하기 위한 예시적인 장치 및 환경을 설명한다. 오일/물 에멀션을 모니터용 장치 78 및 온도 조절용 장치 80이 장착된 용기 76에서 제조한다. pH 모니터 82 또한 포함될 수 있다. 임펠러 84는 캡슐화 공정 동안 진탕을 유지시키고, 유화제와 함께 조합되어, 마무리된 캡슐에 이를 에멀션 방울 86의 크기를 조절하기 위해 사용될 수 있다. 수성 연속 상 88은, 예를 들어, 예비중합체 및 다양한 시스템 개질제를 함유할 수 있다.



도 7B는 백색 마이크로입자 94 및 흑색 입자 96이 분산된 실질적으로 투명한 현탁 유체 92를 포함하는 오일 방울 90을 설명한다. 바람직하게는, 입자 94 및 96은 현탁 유체 92의 밀도에 실질적으로 필적하는 밀도를 갖는다. 액체 상은 계면 중합을 실행시키기 위해 일부 역치/쌍안정성 개질제, 전하 조절제 및/또는 소수성 단량체 또한 함유할 수 있다.

도 7C는 백색 입자 94 및 적절한 전하 조절제의 분산액을 함유하는 어둡게 염색된 현탁 유체 100으로 이루어지는 유사한 오일 방울 98을 설명한다.

코팅 보조물을 사용하여 코팅 또는 프린트된 전기이동 잉크 물질의 균일성 및 질을 개선시킬 수 있다. 습윤화제가 코팅/기재 계면에서 계면 장력을 조절하고 액체/공기 표면 장력을 조절하기 위해 전형적으로 첨가된다. 습윤화제로는, 제한되지는 않지만, 음이온성 및 양이온성 계면활성제, 및 비이온성 중, 예컨대 실리콘 또는 플루오로중합체 기재 물질이 포함된다. 분산제를 사용하여 캡슐과 결합제 사이의 계면장력을 개질시킬 수 있고, 영감 및 입자 침강에 대한 조절을 제공한다.

표면 장력 개질제가 첨가되어 공기/잉크 계면 장력을 조절할 수 있다. 폴리실록산이 이같은 적용에서 통상적으로 사용되어 코팅 내의 다른 결점을 최소화시키면서 표면 평준화를 개선시킨다. 표면 장력 개질제로는, 제한되지는 않지만, 불소화 계면활성제, 예컨대 DuPont (Wilmington, DE)의 Zonyl<sup>®</sup> 시리즈, 3M (St. Paul, MN)의 Fluorod<sup>®</sup> 시리즈, 및 Autochem (Glen Rock, NJ)의 플루오로알킬 시리즈; 실록산, 예컨대 Union Carbide (Danbury, CT)의 Silwet<sup>®</sup>; 및 폴리에톡시 및 폴리프로폭시 알코올이 포함된다. 향포말제, 예컨대 실리콘 및 실리콘이 없는 중합성 물질을 첨가하여 잉크 내로부터 표면으로의 공기의 이동을 강화시키고 코팅 표면에서 거품의 과열을 촉진할 수 있다. 다른 유용한 향포말제로는, 제한되지는 않지만, 글리세릴 에스테르, 다가 알코올, 혼합 향포말제, 예컨대 알킬 벤젠의 오일 용액, 천연 지방, 지방산, 및 금속성 비누, 및 디메틸 실록산 중합체와 실리카의 조합물로부터 제조되는 실리콘 향포말제가 포함된다. 안정화제 예컨대 uv-흡수제 및 항산화제 또한 잉크의 수명을 개선시키기 위해 사용될 수 있다.

코팅 점도 및 포말형성과 같은 성질을 조절하기 위한 다른 첨가물 또한 코팅 유체에서 사용할 수 있다. 안정화제 (uv-흡수제, 항산화제) 및 실제 물질에서 유용한 것으로 입증될 수 있는 기타 첨가물.

- 삭제
- 삭제
- 삭제
- 삭제
- 삭제
- 삭제
- 삭제
- 삭제
- 삭제
- 삭제
- 삭제
- 삭제
- 삭제
- 삭제
- 삭제



삭제  
 삭제  
 삭제  
 삭제  
 삭제  
 삭제  
 삭제  
 삭제  
 삭제  
 삭제  
 삭제  
 삭제  
 삭제  
 삭제  
 삭제  
 삭제  
 삭제  
 삭제  
 삭제  
 삭제

**실시예**

1. 실시예 1

하기의 절차들은 본 발명의 전기이동 디스플레이에서 사용하기 위한 젤라틴/아카시아 마이크로캡슐화를 기술한다.

a. 오일 (내부) 상의 제조

1 L 플라스크에 0.5 g의 Oil Blue N (Aldrich, Milwaukee, WI), 0.5 g의 Sudan Red 7B (Aldrich), 417.25 g의 할로젠화 탄화수소 오일 0.8 (Halogenated hydrocarbon Products Corp., River Edge, NJ) 및 73.67 g의 Isopar-G® (Exxon, Houston, TX)를 첨가하였다. 혼합물을 60 °C에서 6 시간 동안 교반한 후 실온으로 냉각시켰다. 50.13 g의 생성된 용액을 50 ml 폴리프로필렌 원심분리 튜브에 넣고, 여기에 1.8 g의 이산화티탄 (TiO<sub>2</sub>) (DuPont, Wilmington, DE), 할로젠화 탄화수소 오일 0.8 내의 0.78 g의 OLOA 1200 (Chevron, Somerset, NJ)의 10 % 용액 및 0.15 g의 Span 85 (Aldrich)를 첨가하였다. 이어서 이 혼합물을 5 분 동안 30 °C에서 Aquasonic Model 75D 초음파처리기 (VWR, Westchester, PA)에서 파워 9로 초음파처리하였다.

b. 수성 상의 제조

10.0 g의 아카시아 (Aldrich)를 30 분 동안 실온에서 교반하면서 100.0 g의 물에 용해시켰다. 생성된 혼합물을 2 개의 50 ml 폴리프로필렌 원심분리 튜브 내로 따르고 약 2000 rpm에서 10 분 동안 원심분리하여 불용성 물질을 제거하였다. 이어서 66 g의 정제된 용액을 500 ml의 차폐되지 않은 자켓 반응기 내로 따른 후, 용액을 40 °C로 가열하였다. 이어서 6날 (six-blade; 수직 기하학) 패들 진탕기를 액체의 표면 바로 밑에 놓았다. 용액을 200 rpm으로 진탕시키면서, 6 g의 젤라틴 (300 블룸, A 유형, Aldrich)을 약 20 초에 걸쳐 조심스럽게 첨가하여 덩어리를 피하였다. 이어서 50 rpm으로 진탕을 감소시켜 포말형성을 감소시켰다. 이어서 생성된 용액을 30 분 동안 교반하였다.

## c. 캡슐화

200 rpm으로 진탕시키면서, 상기 기술된 대로 제조된 오일 상을 마찬가지로 상기 기술된 대로 제조된 수성 상 내로 약 15 분에 걸쳐 천천히 부었다. 생성된 오일/물 에멀션을 20 분 동안 에멀션화시켰다. 이 에멀션에 40 °C로 미리 가열된 200 g의 물을 약 20 초에 걸쳐 천천히 첨가하였다. 이어서 10 % 아세트산 용액 (Aldrich의 아세트산)으로 5 분에 걸쳐 pH를 4.4로 감소시켰다. 미리 pH 7.0으로 검정된 pH 측정기 및 pH 4.0 완충액을 사용하여 pH를 모니터링하였다. 40 분 동안 교반하였다. 이어서 40 °C로 미리 가열된 물 150 g을 첨가한 후, 반응기의 내용물들을 10 °C로 냉각시켰다. 용액 온도가 10 °C에 도달하면, 3.0 ml의 37 % 포르말린 용액 (Aldrich)을 첨가하고, 용액을 60 분 동안 더 교반하였다. 20 g의 나트륨 카복시메틸셀룰로스 (NaCMC)를 첨가한 후, 수산화 나트륨 (NaOH)의 20 wt% 용액을 첨가하여 pH를 10.0으로 올렸다. 이어서 항온조를 40 °C로 셋팅하여 또다시 70 분 동안 교반하였다. 슬러리를 교반하면서 하룻밤 동안 실온으로 냉각시켰다. 이어서 생성된 캡슐을 체질될 (seived) 준비시켰다.

## d. 디스플레이의 형성

상기 캡슐 슬러리로부터 전기이동 디스플레이를 제조하기 위한 2 개의 절차가 하기에 기술된다.

## i. 우레탄 결합제를 사용하는 절차

상기로부터의 생성된 캡슐 슬러리를 수성 우레탄 결합제 NeoRez R-9320 (Zeneca Resins, Wilmington, MA)과 결합제 1 부 대 캡슐 10 부의 비율로 혼합하였다. 이어서 생성된 혼합물을 약 100  $\mu\text{m}$  내지 약 125  $\mu\text{m}$  두께의 인듐-주석 산화물이 스퍼터된 폴리에스테르 필름의 시트 상에 닥터 블레이드를 사용하여 코팅하였다. 닥터 블레이드의 블레이드 갭을 0.18 mm로 조절하여 캡슐의 단일층이 생기도록 하였다. 이어서 코팅된 필름을 고온 공기 (60 °C)에서 30 분 동안 건조시켰다. 건조 후, 건조된 필름을 60 °C에서 두꺼운 필름 실버 및 유전체 잉크가 프린트된 약 100  $\mu\text{m}$  내지 약 125  $\mu\text{m}$  두께의 폴리에스테르 스크린의 시트를 포함하는 후면에 15 psi의 압력으로 Cheminstruments (Fairfield, OH)의 고온 롤 적층물에서 고온 적층시켰다. 이방성 테이프를 사용하여 후면을 필름에 연결시켰다. 전도성 영역은 생성된 디스플레이의 어드레스로 불러낼 수 있는 (addressable) 영역을 형성하였다.

## ii. 우레탄/폴리비닐 알코올 결합제를 사용하는 절차

상기로부터의 생성된 캡슐 슬러리를 NeoRez R-966 (Zeneca Resins) 및 Airvol 203 (폴리비닐 알코올, Airvol Industries, Allentown, PA)의 20 % 용액의 혼합물을 포함하는 수성 결합제와 Airvor 203 용액 1 부 대 NeoRez R-966 1 부 대 캡슐 5 부의 비율로 혼합하였다. 이어서 생성된 혼합물을 닥터 블레이드를 사용하여 약 100  $\mu\text{m}$  내지 약 125  $\mu\text{m}$  두께의 인듐-주석 산화물이 스퍼터된 폴리에스테르 필름의 시트 상에 코팅하였다. 닥터 블레이드의 블레이드 갭을 0.18 mm로 조절하여 캡슐의 단일 층이 생성되도록 하였다. 이어서 코팅된 필름을 고온 (60 °C)에서 30 분 동안 건조시켰다. 건조 후, 두꺼운 필름 실버 잉크를 건조된 필름의 뒤에 직접 프린트하고 60 °C에서 경화되도록 하였다. 전도성 영역은 디스플레이의 어드레스로 불러낼 수 있는 영역을 형성하였다.

## 2. 실시예 2

하기는 원위치 중합에 의한 마이크로캡슐 제조의 예이다.

500 ml의 차폐되지 않은 자켓 반응기에서 에틸렌 코-말레산 무수물 (Aldrich)의 10 wt% 용액 50 ml, 물 100 ml, 레소르시놀 (Aldrich) 0.5 g 및 요소 (Aldrich) 5.0 g을 혼합하였다. 혼합물을 200 rpm에서 교반하고 1 분에 걸쳐 25 wt% NaOH로 pH를 3.5로 조절하였다. 미리 pH 7.0으로 검정된 pH 측정기 및 pH 4.0 완충액을 사용하여 pH를 모니터링하였다. 여기에, 상기 실시예 1에서 기술된 대로 제조된 오일 상을 천천히 첨가하고, 진탕을 450 rpm으로 증가시켜 평균 입자 크기를 200  $\mu\text{m}$  미만으로 감소시켰다. 이어서 12.5 g의 37 % 포르말데히드 수용액을 첨가하고 온도를 55 °C로 증가시켰다. 용액을 두 시간 동안 55 °C에서 가열하였다.

## 3. 실시예 3

하기는 계면 중합에 의한 마이크로캡슐 제조의 예이다.

상기 실시예 1에서 기술된 대로 제조된 44 g의 오일 상에 1.0 g의 세바코일 클로라이드 (Aldrich)를 첨가하였다. 이어서 3 ml의 혼합물을 실온에서 300 rpm으로 교반하면서 200 ml의 물에 분산시켰다. 이어서 이러한 분산액에 1,6-디아미노헥산의 10 wt% 수용액 2.5 ml를 첨가하였다. 약 1 시간 후에 캡슐이 형성되었다.

#### E. 결합제 물질

결합제는 캡슐을 지지하고 보호할 뿐만 아니라 전극 물질을 캡슐 분산액에 결합시키는 접착제 매질로서 전형적으로 사용된다. 결합제는 비전도성, 반도체성 또는 전도성일 수 있다. 결합제는 많은 형태 및 화학적 유형으로 이용할 수 있다. 이들 중에서 수용성 중합체, 수-함유 중합체, 지용성 중합체, 열경화성 및 열가소성 중합체, 및 조사-경화 중합체가 있다.

수용성 중합체 중에서 각종 다당류, 폴리비닐 알코올, N-메틸 피롤리돈, N-비닐 피롤리돈, 각종 Carbowax<sup>®</sup> 중 (Union Carbide, Danbury, CT), 및 폴리-2-히드록시에틸아크릴레이트가 있다.

일반적으로 수-분산 또는 수-함유 시스템은 Neorez<sup>®</sup> 및 Neocryl<sup>®</sup> 수지 (Zeneca Resins, Wilmington, MA), Acrysol<sup>®</sup> (Rohm and Haas, Philadelphia, PA), Bayhydrol<sup>®</sup> (Bayer, Pittsburgh, PA), 및 Cytec Industries (West Paterson, NJ) HP 라인이 예시되는 라텍스 조성물이다. 일반적으로 이들은 종종 하나 이상의 아크릴제품, 폴리에스테르, 폴리카르보네이트 또는 실리콘과 혼합된 폴리우레탄의 라텍스로, 이들은 각각 유리 전이 온도, 점착도, 부드러움, 투명함, 유연성, 수 투과도 및 내용매성, 신장률 및 인장 강도, 열가소성 흐름, 및 고체 수준으로 정의되는 특정한 셋트의 성질의 최종 경화 수지를 제공한다. 일부 수-함유 시스템은 반응성 단량체와 혼합되고 촉매작용되어 더욱 복잡한 수지를 형성할 수 있다. 예를 들어 카르복실기와 반응하는 아지디린과 같은 가교결합 시약을 사용하여 몇몇을 더 가교결합시킬 수 있다.

수-함유 수지 및 수성 캡슐의 전형적인 적용이 하기에 나타난다. 다량의 입자를 저속으로 원심분리하여 과량의 물을 분리한다. 주어진 원심분리 공정, 예를 들어 60×중력 ("G")에서의 10 분 후, 도 8에 나타난 바와 같이 캡슐 180이 원심 분리 튜브 182의 바닥에서 발견되는 반면, 물 부분 184는 상층에서 발견된다. 물 부분을 조심스럽게 제거한다 (따라내거나 피펫팅에 의해). 남아있는 캡슐의 질량을 측정하고, 수지의 질량이 예를 들어 캡슐 중량의 1/8 내지 1/10 사이이도록 수지를 첨가한다. 이러한 혼합물을 약 30 분 동안 진동 혼합기 상에서 부드럽게 혼합한다. 약 30 분 후에, 혼합물을 적절한 기재 상에 코팅시킬 준비를 한다.

열경화성 시스템은 에폭시드의 균으로 예시된다. 이러한 2쌍의 시스템은 점도에서 크게 다를 수 있고, 쌍의 반응성은 혼합물의 "팟 수명 (pot life)"을 결정한다. 팟 수명이 코팅 공정을 허용하도록 충분히 길면, 수지 경화 및 고화 전에 코팅 공정에서 캡슐을 정렬된 배열로 코팅할 수 있다.

종종 폴리에스테르인 열가소성 중합체는 고온에서 용융된다. 이러한 유형의 제품의 전형적인 적용은 고온-용융 아교이다. 내열성 캡슐의 분산액은 이같은 매질에 코팅될 수 있다. 고형화 공정은 냉각 중에 시작되고, 최종 경도, 투명도 및 유연성은 중합체의 가지화 및 분자량에 영향을 받는다.

지용성 또는 용매 가용성 중합체는 물 자체의 명백한 차이를 제외하고 종종 수-함유 시스템과 조성이 유사하다. 용매 시스템의 형성에서의 범위는 용매 선택 및 중합체 용해도에 의해서만 제한되고, 광범위하다. 용매-기재 시스템에서 고려할 것은 캡슐 자체의 생존력이다 - 캡슐 벽의 보전은 용매에 의한 어떠한 방식으로든 손상될 수 없다.

방사 경화 수지는 일반적으로 용매-기재 시스템에서 발견된다. 캡슐이 이같은 매질 내에 분산되고 코팅될 수 있고, 이어서 수지가 지정된 시간 동안의 장파 또는 단파 자외선 방사의 역치값으로의 노출에 의해 경화될 수 있다. 모든 경우의 경화 중합체 수지에서와 같이. 최종 성질은 단량체, 올리고머 및 가교결합제의 가지화 및 분자량에 의해 결정된다.

그러나, 다수의 "수-환원성" 단량체 및 올리고머는 시판된다. 가장 엄격한 판단으로, 이들은 수용성이지만, 물은 낮은 농도에서 허용가능한 희석제이고 상대적으로 쉽게 혼합물 내에 분산될 수 있다. 이러한 상황에서, 물이 점도 (초기에는 수천 내지 수십만 센티포아즈)를 감소시키기 위해 사용된다. 수-기재 캡슐, 예컨대 단백질 또는 다당류 물질로부터 제조되는 것들이 이같은 매질 내에 분산되고 코팅될 수 있고, 단 점도는 충분히 낮을 수 있다. 이같은 시스템에서의 경화는 일반적으로 자외선 방사에 의한 것이다.

## II. 단층의 성분 및 단층으로의 디스플레이 구축 방법

A. 기재 상에의 단층으로의 캡슐의 코팅

단층으로의 디스플레이 상에의 코팅에 적절한 캡슐이 일단 제조되면, 본 발명은 이러한 캡슐을 단층으로 코팅하는 방법 또한 제공한다. 일반적으로, 캡슐화 전기이동 디스플레이에는 중합성 결합제 내의 캡슐의 분산액이 포함된다. 대안적으로, 분산액에는 캐리어 (결합제보다는) 내의 캡슐의 분산액 또는 결합제 또는 캐리어가 없는 캡슐이 포함될 수 있다. 캡슐은 전기이동적으로 활성인 현탁액을 함유한다. 캡슐 분산액 (또는 "슬러리")이 조만간 일부 포인트에서 앞쪽 전극과 조합될 수 있는 유연한 중합성 기재 상에 전형적으로 코팅되어, 캡슐의 단층이 달성된다. 특정한 성질을 갖는 결합제를 갖는 것 및/또는 예를 들어 pH 변화 또는 계면활성제의 첨가로 결합제의 물리적 특징을 변화시키는 것이 캡슐의 단층을 침착시키는데 유용할 수 있다. 이어서 이러한 생성된 필름을 뒷쪽 기재에 적층시킨다. 뒷쪽 기재는 중합성 물질 (유연할 수 있음), 유리 및/또는 금속 기재 상에 다른 방법에 의해 프린트되거나 형성될 수 있는 단일 또는 다층 전극 구조로 패턴화될 수 있다. 본 발명은 마이크로캡슐화 전기이동 디스플레이의 문맥에서 기술되지만, 이것은 전극 (즉, 디스플레이에 전력을 적용하는 앞면)의 뒷쪽 전극 기재로의 연결이 바람직한 임의의 전자 디스플레이의 실행에 관련될 수 있다.

더욱 특히, 캡슐화 후, 캡슐 슬러리를 전형적으로 탈수시켜 표적 고체 함량을 달성한다. 상기 기술된 대로 탈수는 원심분리, 흡수, 증발, 메쉬 여과, 또는 삼투압 분리에 의해 달성될 수 있다. 이어서 이러한 슬러리를 결합제, 예를 들어, 중합체 라텍스 (예컨대 수성 폴리우레탄 분산액)와 혼합하고, 진탕시켜 결합제 물질이 균일하게 분포되도록 한다. 결합제는 다양한 분획을 가질 수 있다. 결합제의 어떤 부분은 고체 ("결합제 고체")일 수 있고, 결합제의 어떤 부분은 증발할 수 있는 액체, 예컨대 물일 수 있다. 결합제는 하나보다 많은 유형의 고체를 가질 수 있으므로, 용어 "결합제 고체"에는 특정한 결합제 내의 하나 이상의 유형의 고체가 포함될 수 있다 (즉, 결합제 내의 다른 분획에 대한 결합제 내의 고체의 부분). 한 예에서, 결합제는 전형적으로 라텍스 입자의 수분산액이다. 고체는 필름과 통합될 수 있다.

필름이 단층 필름으로 밀접하게 충전되도록 하기 위해, 결합제 고체 질량 대 캡슐 질량의 비율은 가능한 한 낮게 유지되어야 한다. 광학적으로 활성이 아닌 물질 (예컨대 결합제)의 양을 최소화시키는 것은 양호하게 충전되도록 하고 그 결과 디스플레이의 백색과 흑색 상태 간의 콘트라스트가 양호해진다. 예를 들어, 도 1A 및 1B 참조. 그러나, 결합제는 결합제의 양을 감소시키려는 것 (광학적 성질을 위해)과 결합제의 양을 증가시키려는 것 (구조적 이유를 위해) 사이의 긴장을 일으키면서, 필름 내에 존재하여 구조적 보전을 제공한다. 필름에서, 유용한 결합제 고체 질량 대 캡슐 질량의 비율은 약 1:2 내지 약 1:20, 바람직하게는 약 1:4 내지 약 1:12, 가장 바람직하게는 약 1:6 내지 약 1:10의 범위이다. 이러한 계량은 중합체가 분산된 EPID 내의 중합체 매트릭스 함량에도 적용된다.

앞서 제조된 수성 결합제 내의 캡슐의 슬러리를 하기 기술된 대로 단층으로 기재 상에 코팅한다. 한 예에서, 인듐 주석 산화물 ("ITO")이 기재 상에 배치된 폴리에스테르 기재 상에 슬러리를 코팅하고, 이것은 앞쪽 투명 전극 및 기재로서 궁극적으로 기능할 것이다. 기재의 두께는 약 25  $\mu\text{m}$  내지 약 500  $\mu\text{m}$ 일 수 있다. 전형적으로 이러한 필름을 약 60  $^{\circ}\text{C}$ 에서 건조시켜 수성 상을 증발시킨다.

1. 슬롯 다이 방법

한 코팅 공정에서, 미리 제조된 수성 결합제 내의 캡슐의 슬러리를 단층으로 코팅한다. 코팅 공정에는 슬롯 다이 코팅 헤드를 통해 캡슐/결합제 슬러리를 계량하는 것이 수반된다. 도 2 및 3에 관해, 펌프 21에 부착된 헤드 20은 밀착조절되는 갭 24를 통해 일정량의 슬러리/결합제 22를 계량한다. 갭 24는 캡슐 26의 단일층만이 헤드 20을 통과하여 나오도록 한다. 슬러리의 유속은 헤드 20이 롤러 29 상에 놓인 수신 기재 28을 지나 이동할 때 연속적 단층 25가 형성되도록 셋팅될 수 있다. 기재 28 및 헤드 20은 서로에 대해 이동한다. 예를 들어, 기재는 직선으로 (나타나지 않음) 또는 롤 29 상에서 (도 2) 이동한다. 롤 29 및 기재 28의 이동 방향은 화살표  $\gamma$ 로 나타난다. 대안적으로, 헤드 20은 전형적으로 직선으로 이동할 수 있다 (도 3). 이동 방향은 화살표  $\epsilon$ 로 나타난다. 이는 연속적 또는 배치 공정일 수 있다. 캡슐/결합제 슬러리는 전형적으로 약 0.1 내지 약 100 m/분, 바람직하게는 약 0.2 내지 약 0.7 m/분의 속도로 침착된다. 유체 흐름은 예를 들어 면적을 코팅하는 것을 시작하거나 멈추도록 적극적으로 조절될 수 있다. 계량 흐름을 제공하기 위해 사용되는 펌프 21은 저전단 펌프, 예를 들어 연동식 펌프일 수 있다. 저전단 펌프는 코팅 중 캡슐의 파손을 방지할 수 있다.

갭의 폭 대 평균 구 직경 비율을 조절함으로써 캡슐의 슬러리를 단층으로 침착시킬 수 있다. 갭/평균 구 직경 비율은 슬러리가 이동하는 갭의 폭 대 갭을 통해 이동하는 캡슐 직경의 평균의 비율이다. 이러한 비율은 구의 변형성 및 표면 성질뿐만 아니라 코팅 유체의 흐름 성질을 기재로 할 수 있지만, 한 구현예에서는 약 1 내지 약 2.5, 바람직하게는 약 1.2 내지 약 1.6이다. 캡슐은 코팅 중 일반적으로 구형이지만, 가공 중 변형으로 인해 약간 변할 수 있어 이들의 직경은 임의의 주어진 시간에서 약간 변할 수 있다. 따라서, 캡슐의 크기에 근거한 계산은 임의의 주어진 시간에서 약간 변할 수 있다. 일반적으로 펌프 속도 대 코팅 폭, 상대적 다이 속도 및 코팅 두께에 관한 식은 하기와 같다.

펌프 속도 = 코팅 폭 × 다이 속도 × 코팅 습윤 두께

이러한 변수에 대한 단위는 펌프 속도에 대해서는 (길이)<sup>3</sup>/(시간); 코팅 폭에 대해서는 (길이); 다이 속도에 대해서는 (길이)/(시간); 코팅 습윤 두께에 대해서는 (길이)이고, 길이 및 시간은 사용자가 선택한 임의의 적절한 단위로 측정될 수 있다. 임의의 변형이 두께를 약간 변화시킬 수 있으므로, 코팅 습윤 두께는 크고 쉽게 변형될 수 있는 입자로 형성된 단층 내의 특징값으로부터 벗어나는 경향이 있다. 부가적으로, 어떤 경우에는 캡슐/결합제 비율, 캡슐이 실제로 얼마나 필름으로 변형되는가, 및/또는 임의의 틈새 공극의 존재 등을 기준으로, 캡슐 하나의 직경보다 약간 두껍거나 약간 얇은 필름이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 캡슐이 더욱 부드럽고/부드럽거나 탄력적일수록, 필름이 더 얇을 수 있다. 캡슐이 덜 부드럽고/부드럽거나 탄력적일수록, 필름이 더 두꺼울 수 있다. 그러나, 일단 필름의 두께가 결정되면 (예를 들어, 경험적으로), 다이 속도 또는 코팅 폭의 변화가 상기 식에 직접 관련될 것이다.

## 2. 에어 나이프 방법

본 발명의 또다른 구현예에서, 에어 나이프 코팅기가 캡슐의 단층을 갖는 캡슐화 전기이동 디스플레이를 형성시킨다. 에어 나이프 코팅기는 탄소가 없는 종이 및 전기발광 코팅을 포함하여 다양한 코팅 용도에서 사용될 수 있고, 이들은 캡슐화 물질을 함유한다. 그러나, 이러한 용도에서의 에어 나이프의 사용은 두께 조절을 위해서 사용되고, 안정적인 견고한 캡슐의 단층을 형성시키기 위해서 사용되지는 않는다.

본 발명의 방법에서, 캡슐 슬러리를 움직이거나 정지해 있는 기재에 압력을 가하여 도포하여 슬러리 내의 캡슐이 기재 상에 단층을 형성하도록 한다. 기재는 전도성 물질 예컨대 ITO가 스퍼터된 폴리에스테르일 수 있다. 가압 기체, 전형적으로 공기로 혼합물에 압력을 가한다. 에어 나이프가 슬러리를 균일하게 분포시키도록 압력을 가하기 위해 사용될 수 있다. 도 4에 관해, 에어 나이프 30은 슬러리 35의 표면으로부터 약 1 내지 약 15 cm의 거리 (거리 a)에 놓인다. 슬러리는 기재 31의 표면 상에서 제공되고 코팅 롤 32에 의해 δ 방향으로 이동한다. 에어 나이프 30은 슬러리 35의 표면으로부터 약 0 내지 약 90.의 각도 (예를 들어, 더 많은 위치가 가능하지만, 도 4에는 에어 나이프 30a, 30b, 30c의 세 위치로 보임)로 놓인다. 압력 공급원 34는 공기 나이프 30에 압력을 공급한다. 기체 압력, 슬러리로부터의 거리, 슬러리에 대한 각도, 슬러리 점도, 및 에어 나이프와 슬러리가 접촉되는 기재 사이의 상대적 속력과 같은 조건이 최적화되면, 단층이 형성될 수 있다. 예를 들어, 에어 나이프는 캡슐의 단층을 형성시킬 수 있을뿐만 아니라 과량의 슬러리를 제거할 수 있다. 에어 나이프가 조절된 양의 캡슐 슬러리와 함께 사용되면, 슬러리의 낭비가 제한될 수 있다. 또한, 에어 나이프가 슬러리와 접촉하지 않으므로, 기재의 긁힘 또는 캡슐의 파손 가능성이 감소된다.

코팅 물질에 블로잉되는 기체는 주위 온도의 공기 이외의 것일 수 있다. 기체는 가열되거나 냉각되어, 캡슐 슬러리의 코팅성 및 점도 성질을 변화시킬 수 있다. 기체는 습윤 (예를 들어, 방울 내의 액체) 또는 건조되어 블로잉될 수 있어, 캡슐 슬러리 내의 용매의 증발을 조절한다. 액체의 온도 또는 첨가는, 도 4의 조절기 33으로 표시되는 것과 같이, 예를 들어, 가열기, 냉동 단위, 액체 펌프 및/또는 당업계의 숙련자에게 공지된 다른 장치로 조절될 수 있다. 기체는 캡슐 슬러리의 경화를 돕고/돕거나 슬러리를 기재 상에 더욱 쉽게 코팅되도록 만드는 용매와 혼합될 수 있다. 용매는 기재 층과 혼합성이라도 선택된다. 예를 들어, 기재가 수-기재이면, 용매는 물 또는 알코올이다. 유용한 알코올에는 이소프로필 알코올, 메탄올 및 에탄올이 포함된다. 기재가 유기성이면, 혼합성 유기 용매가 기체와 혼합될 수 있다. 예를 들어, 부틸 아세테이트 기재는 "아세테이트 습윤화" 공기로 코팅된다. 본 발명의 방법에서 사용하기에 유용한 다른 유기 용매로는 메틸렌 클로라이드 및 클로로벤젠이 포함된다. 어떤 구현예에서, 캡슐 내의 현탁 유체는 할로젠화 탄화수소, 예컨대 테트라클로로에틸렌 또는 폴리(클로로트리플루오로에틸렌)이다. 또한, 어떤 구현예에서의 증발성 결합제는, 예를 들어, 중합체 라텍스, 아크릴제품, 우레탄, 폴리(비닐 알코올), 또는 수-기체 결합제일 수 있다.

## 3. 실질적으로 결합제 없이 코팅함

어떤 상황에서, 실질적으로 결합제 없이 기재 상에 캡슐을 코팅하는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 도 9A에 관해, 캡슐 50은 중합체로부터 구축된 캡슐 벽 52를 갖는다. 예를 들어, 캡슐은 상기 기술된 대로 젤라틴/아카시아로부터 형성될 수 있다. 캡슐 벽 52는 물 및/또는 극성 용매로 심하게 팽윤된다. 예를 들어, 약 1 내지 약 90 %, 바람직하게는 약 5 내지 약 20 %의 캡슐 벽 52가 중합체로부터 형성될 수 있는 반면 약 10 내지 약 99 %, 바람직하게는 약 80 내지 약 95 %는 물 및/또는 극성 용매로부터 형성될 수 있다. 이러한 캡슐 50은 슬러리에 대해 상기 기술된 대로 기재 54 상에 코팅된다. 캡슐 52는 물과 같은 캐리어 내에 현탁될 수 있거나 어떠한 캐리어에도 현탁되지 않을 수 있다. 캡슐 50이 예를 들어 60 °C에서 건

조되면, 코팅된 단층 내의 캡슐 50의 캡슐 벽 52로부터 물 및/또는 극성 용매가 증발된다. 물 및/또는 극성 용매가 증발하면, 캡슐 벽 52들이 서로 및/또는 기재 54와 혼합되고/되거나 결합되고/되거나 이에 부착된다. 필름이 형성된다. 몇몇 상황에서는, 필름 내의 결합제 없이, 필름 내에 결합제가 있는 것보다 고도로 캡슐이 변형될 수 있다.

B. 뒷쪽 기재를 적층시킴

일단 캡슐 슬러리가 유연한 또는 단단한 기재 (예를 들어 중합성 물질 또는 유리) 상에 코팅되어 마이크로캡슐의 단층이 달성되면, 이어서 이러한 코팅된 필름을 뒷쪽 기재 (대안적으로 "뒷판"으로 알려짐)에 적층시킨다. 뒷쪽 기재는, 예를 들어, 중합성 물질 (유연할 수 있음), 유리 또는 금속일 수 있다. 뒷쪽 기재는 2차 유연한 중합성 기재 상에 다른 수단에 의해 프린트되거나 형성될 수 있는 단일 또는 다층 전극 구조로 패턴화될 수 있다. 본 발명은 캡슐화 디스플레이의 문맥에서 기술되지만, 이는 앞쪽의 활성 기재를 뒷쪽의 전극 기재에 (앞쪽 표면과 뒷쪽 기재 사이의 추가적인 층과 함께 또는 이러한 층 없이) 연결시키기 위한 임의의 전자 디스플레이의 실행과 관련될 수 있다.

전형적으로, 적층은 진공 상태 하에서 일어나고 열 및/또는 압력의 적용이 수반된다. 예를 들어, 사용되는 적층 절차 및/또는 적층 물질에 따라, 약 40 내지 약 150 °C, 더욱 바람직하게는 약 50 내지 약 120 °C의 온도를 사용할 수 있다. 전형적인 뒷쪽 기재는 베이스 기재 상에 쌓인 전극과 함께 또는 전극 없이 베이스 기재로부터 구축된다. 뒷쪽 기재의 한 예는 폴리에스테르 또는 폴리이미드 베이스 필름 및 패턴화 전극들의 세트이다. 일반적으로, 이러한 전극들은 기재 상에 프린트될 수 있는 단일- 또는 다층 전도체/절연체 스택이다. 기재는 중합성 물질 (유연할 수 있음), 유리 또는 금속일 수 있다. 전형적으로, 전도체는 전도성 입자 (예를 들어, 탄소, 은, 팔라듐, 산화주석, 도금된 산화주석, 구리), 도금된 폴리에스테르, 및 스크린 프린트되고 열 경화된 비닐이다. 또한, 뒷쪽 기재는 기재 상에 배치된 트랜지스터 (유기 및/또는 규소-기재), 다이오드, 및/또는 전극을 가질 수 있다.

필름은 다양한 방식으로 뒷쪽 기재와 조합될 수 있다. 전형적으로, 단층으로 코팅된 후 필름 40은, 도 5A에 나타난 바와 같이, 캡슐 42 사이의 결합제 44 내의 공극 및 불규칙성, 캡슐 42 상의 불규칙한 표면, 및/또는 결합제 44의 모서리에서의 불규칙한 표면을 갖는다. 상기 기술된 대로, 슬러리 내의 결합제 수준은 광학적으로 활성인 영역을 최대화시키기 위해 가능한 한 낮게 유지되어, 결합제가 거의 흐르지 않고 적층 응력을 흡수하지 않도록 한다. 캡슐 벽이 대부분의 이러한 응력을 갖고, 그 결과 캡슐이 파손될 수 있다. 부가적으로, 캡슐 사이의 공극뿐만 아니라 캡슐의 표면 또는 결합제의 모서리와 같은 다른 영역 내의 공극을 채우는 물질 없이, 적층된 제품은 트랩된 공기 또는 트랩된 진공 패킷을 가질 수 있고, 이것은 필름이 겪는 기계적 응력을 변화시키고 전기적 특징에 영향을 미칠 수 있다 (그 결과 스윕칭이 비균일해질 수 있다).

한 구현예에서, 추가적인 물질의 층이 필름과 뒷쪽 기재 사이에 포함되어 상기 문제를 다룰 수 있다. 이러한 물질의 층은 적층 온도에서 흐를 수 있는 접착제일 수 있다. 또한 층은 점착성일 수도 있다. 예를 들어, 미리 앞쪽 기재 상에 코팅된 결합제 물질의 층과 동일하거나 유사한 중합성 물질일 수 있거나, 또는 고온용 접착제 시트일 수 있고, 이는 열가소성 또는 열경화성일 수 있다. 대안적으로, 초기에는 실온에서 액체이지만 경화 또는 가교결합 후에는 고체 매트릭스를 형성하는 물질일 수 있다. 이러한 용액은 캡슐 벽 자체 상에 과도한 응력을 가하지 않으면서 적층 공정 중에 캡슐 간의 임의의 공극을 채울 수 있고 뒷쪽 캡슐 표면의 거침을 부드럽게 할 수 있는 유동성 물질을 제공한다. 이같은 최종 결과는 도 5B에서 볼 수 있다. 물질 46의 추가적인 층이 틈새 (비제한적으로, 캡슐 42 사이의 공극, 결합제 44의 불규칙한 표면 및 캡슐 42의 불규칙한 표면 포함)를 채우고 뒷쪽 기재 48에 부착된다. 물질 46의 추가적인 층은 적층 절차 전에 초기에 필름 40 (즉, 캡슐의 뒷쪽) 또는 뒷쪽 기재 48에 코팅될 수 있거나, 또는 층 46은 적층 절차 중에 필름과 뒷쪽 기재 사이에 도입되는 고온용 접착제 시트 (열가소성 또는 열경화성일 수 있음)일 수 있다. 캡슐의 크기가 더욱 균일할수록 및/또는 캡슐이 더욱 단순분산될수록 (즉 더욱 완전한 단층같도록), 이같은 상태로 더 적은 틈새 등이 포함되는 더욱 균일한 필름이 제조되므로 부가적인 물질의 층이 더욱 얇아질 수 있다. 균일한 캡슐 크기 및 분포는 상기 기술된 대로 수득될 수 있다. 부가적인 물질의 층의 두께는 약 50 μm 이하일 수 있다. 전형적으로, 이러한 층 및/또는 캡슐 및/또는 기재는 균일하고 두꺼운 층을 형성한다. 이 층의 두께는 약 10 내지 약 500 μm, 바람직하게는 약 50 내지 약 300 μm일 수 있다. 대안적으로, 어떤 캡슐은 상기 기술된 대로 결합제 없이 사용될 수 있다. 이러한 경우에, 및 도 9B에 관해, 기재 54 상의 캡슐 50의 틈새 및 불규칙한 표면이 뒷쪽 기재 58에 인접한 물질 56의 층으로 채워진 최종 구조가 형성될 수 있다.

물질의 층이 초기에 앞쪽 필름에 코팅되면, 이것은 뒷쪽 기재를 향한 캡슐 필름을 실질적으로 평면화시키고/시키거나 점착성인 표면을 제공할 수 있어 뒷쪽 기재에 적층될 수 있도록 한다. 따라서, 캡슐 필름이 적층 전에 평면이고, 점착성인 앞쪽 및 뒷쪽 기재가 별도로 보관될 필요가 없는데, 앞쪽 기재만이 점착성이기 때문이다. 부가적으로, 앞쪽 필름은 뒷쪽 기재를 가질 필요가 없다. 예를 들어, 물질의 층으로 평면화된 필름은 침필 (stylus)로 작동될 수 있다. 이것은 뒷쪽 기재와 함께 또는 기재 없이 일어날 수 있고, 뒷쪽 기재가 사용되지 않는다면 물질의 층은 끈적거리 필요 없다.



반도성이거나 또는 비등방성적으로 전도성인 접착제를 추가적인 층으로 사용할 수 있다. 이러한 물질은 전기장 강도를 거의 손실시키지 않으면서 뒷판으로부터 캡슐로 전기장을 전도할 것이다. 탄소 입자, 금 입자, 알루미늄 입자, 백금 입자, 은 입자, 도금된 중합체 구, 도금된 유리 구 또는 ITO 입자를 함유하는 접착제를 사용할 수 있다. 또한, 추가적인 물질의 층을 도핑하기 위해 전도성 중합체 예컨대 폴리아세틸렌, 폴리아닐린, 폴리피롤, P-DOT, 또는 폴리티오펜을 사용하여, 접착제의 평면에서가 아니라 Z-축에서 잘 전도하도록 할 수 있다. 따라서, 전기장이 캡슐에 더욱 효과적으로 전달된다. 이러한 필름을 제조하기 위해, 접착제 시트를 캐스팅한 후 한 축 또는 양축으로 신장시킬 수 있다. 물질의 층의 저항률은 약  $10^5$  내지 약  $10^{15}$  ohm · cm, 더욱 바람직하게는 약  $10^8$  내지 약  $10^{13}$  ohm · cm일 수 있다. 부가적으로, 절연 물질의 층을 사용할 수 있다.

본 명세서에 기술된 것들의 변형, 개질 및 기타 실행이 청구된 본 발명의 취지 및 범주를 벗어나지 않으면서 당업계의 숙련자에게 일어날 것이다. 따라서, 본 발명은 이전의 예시적인 기술에 의해서가 아니라 하기 청구항들의 취지 및 범주에 의해 한정된다.

### 도면의 간단한 설명

바람직하고 예시적인 구현예에 따라, 본 발명의 추가적인 장점과 함께, 본 발명이 동봉된 도면과 관련되어 하기의 상세한 설명에서 더욱 특히 기술된다.

도면에서, 참조와 같이 일반적으로 문자들은 상이한 관찰에서의 동일한 부분을 가리킨다. 또한, 도면들은 비례할 필요는 없고, 대신 일반적으로 본 발명의 원리를 설명하면서 강조된다.

도 1A는 캡슐의 단층의 단면의 개략도이다.

도 1B는 변형가능하고 비-구형인 캡슐의 단층의 단면의 개략도이다.

도 2는 본 발명의 한 구현예에 따라 슬롯 다이 코팅기를 사용하는 코팅 공정을 개략적으로 도해한다.

도 3은 본 발명의 한 구현예에 따라 캡슐의 단층을 침착시키는 슬롯 다이 코팅기를 개략적으로 도해한다.

도 4는 본 발명의 한 구현예에 따라 에어 나이프 코팅기를 사용하는 코팅 공정을 개략적으로 도해한다.

도 5A는 필름 내의 틈새를 채우기 위한 물질의 층과의 접촉 전의 필름의 개략도이다.

도 5B는 물질의 층이 적용되어 뒷쪽 기재에 적층된 후의 도 5A의 필름의 개략도이다.

도 6A는 광학적으로 활성인 분획의 계산을 설명하는 디스플레이의 개략적 상면도이다.

도 6B는 광학적으로 활성인 분획의 계산을 설명하는 디스플레이의 측면도이다.

도 7A는 에멀션-기재 캡슐화를 수행하기 위한 기구의 개략도이다.

도 7B는 그 안에 백색 및 흑색 입자가 분산되어 있는 현탁 유체의 오일 방울의 개략도이다.

도 7C는 그 안에 백색 미세입자 및 전하 조절제가 분산되어 있는 어둡게 염색된 현탁 유체의 오일 방울의 개략도이다.

도 8은 캡슐과의 결합으로부터 물을 제거하는 것을 개략적으로 묘사한다.

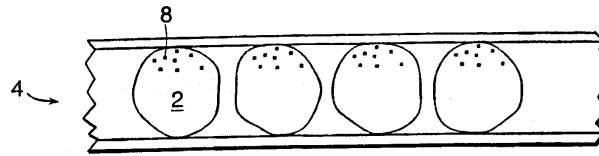
도 9A는 필름 내의 틈새를 채우기 위한 물질의 층과의 접촉 전의 결합체가 없는 필름의 개략도이다.

도 9B는 물질의 층이 적용된 후 및 뒷쪽 기재에의 적층 후의 도 9A의 필름의 개략도이다.

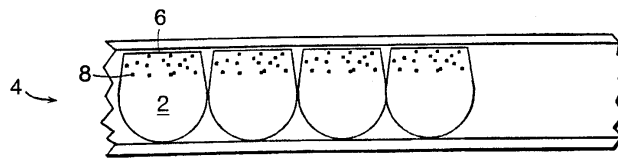
도 10은 매트릭스 내의 유체가 채워진 공동인 캡슐의 개략도이다.

도면

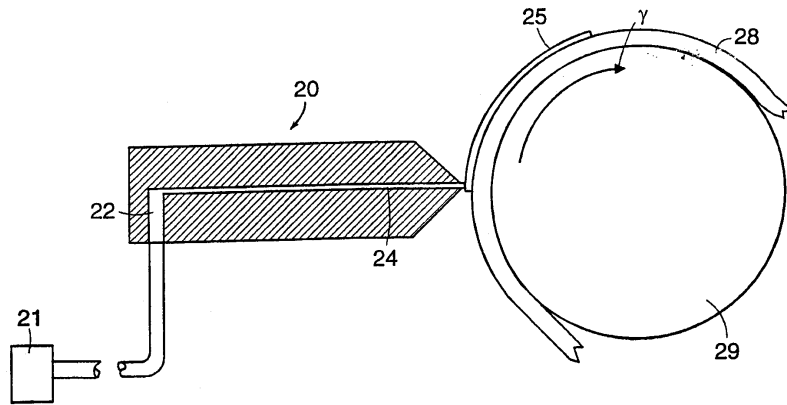
도면1A



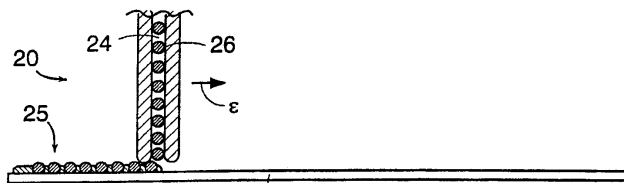
도면1B



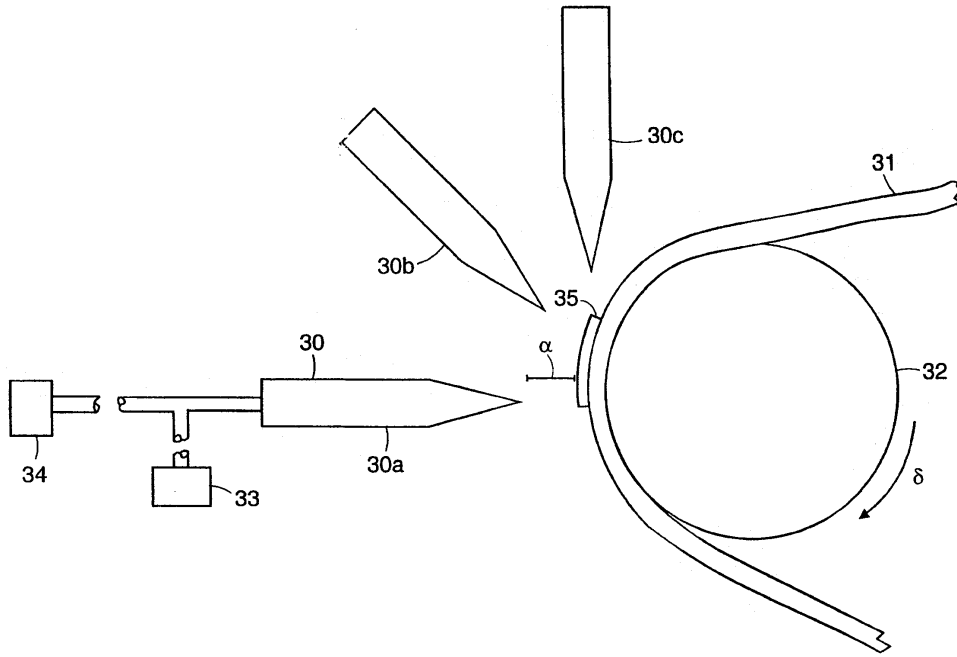
도면2



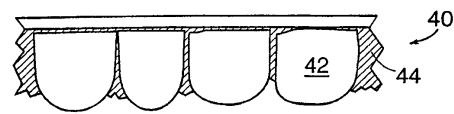
도면3



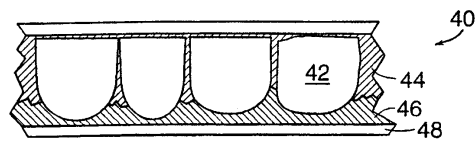
도면4



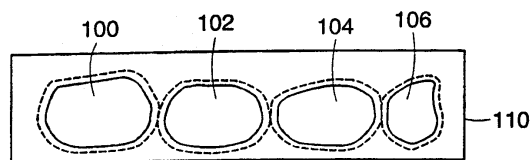
도면5A



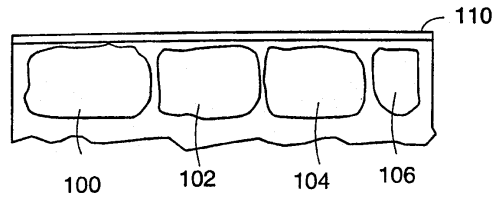
도면5B



도면6A



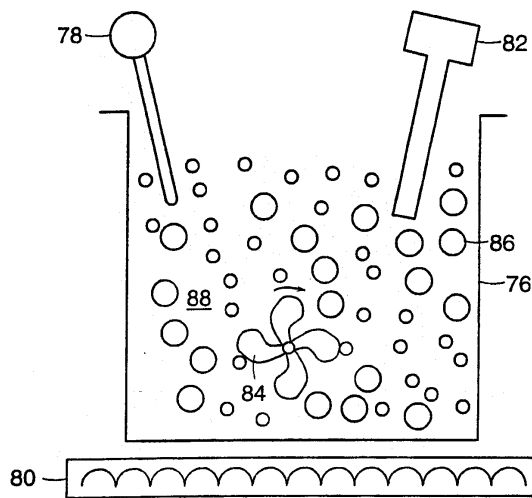
도면6B



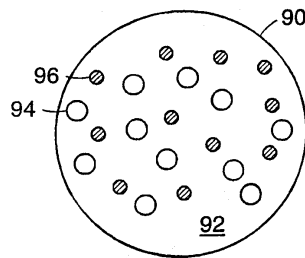
도면7

삭제

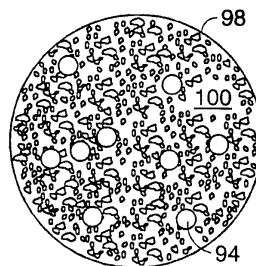
도면7A



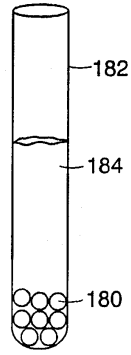
도면7B



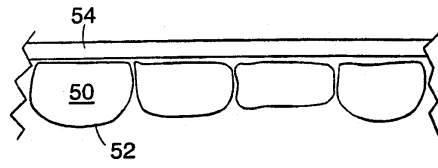
도면7C



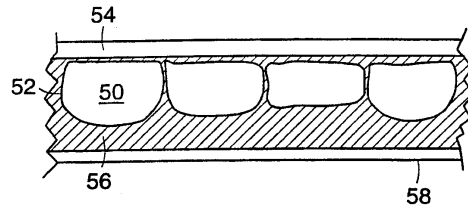
도면8



도면9A



도면9B



도면10

