



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2021년08월06일  
(11) 등록번호 10-2285846  
(24) 등록일자 2021년07월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C09K 19/42 (2006.01) C09K 19/18 (2006.01)  
C09K 19/20 (2006.01) G02F 1/13 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-0106999  
(22) 출원일자 2014년08월18일  
심사청구일자 2019년08월14일  
(65) 공개번호 10-2015-0021463  
(43) 공개일자 2015년03월02일  
(30) 우선권주장  
13004101.5 2013년08월19일  
유럽특허청(EPO)(EP)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020120089243 A\*  
WO2013034227 A1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
메르크 파텐트 게엠베하  
독일 64293 다름스타트 프랑크푸르터 스트라세 250  
(72) 발명자  
송동미  
경기도 화성시 봉담읍 와우로15번길 10 313동 202호 (와우리, 봉담그대가3단지아파트)  
강재현  
서울특별시 강남구 개포로 409 4동 304호 (개포동, 현대3차아파트)  
윤용국  
경기도 화성시 동탄문화센터로 39 318동 1102호 (반송동, 시범다운마을포스코더샵아파트)  
(74) 대리인  
제일특허법인(유)

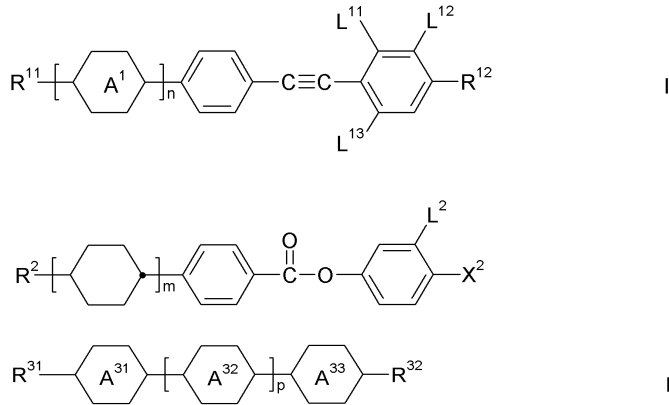
전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 정현석

(54) 발명의 명칭 **액정 매질 및 이를 포함하는 2주파수 전기-광학 스위칭 소자 및 액정 디바이스**

**(57) 요약**

본 발명은, 하기 화학식 I, II 및 III의 화합물을 각각 하나 이상 포함하는 액정 매질 및 이의 제조 방법에 관한 것이다:



상기 식에서, 변수들은 특허청구범위 또는 명세서에서 제시된 각각의 의미를 갖는다.

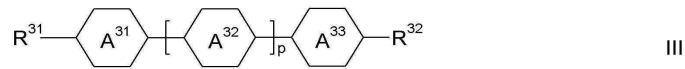
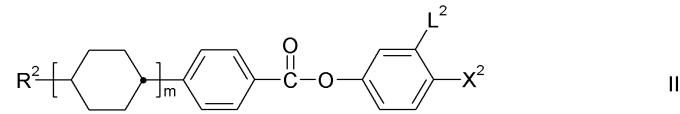
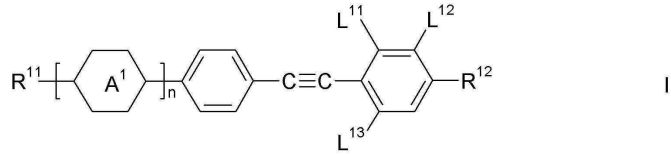
본 발명은 또한 상기 액정 매질의 용도, 특히 전기-광학 셔터 렌즈에서의 용도, 본 발명에 따른 매질을 함유하는 전기-광학 셔터, 및 상기 렌즈의 제조 및 이용 방법에 관한 것이다. 상기 전기-광학 셔터는 특히 3D 디바이스에 적합하며, 이러한 3D 디바이스 역시 본 발명의 일부이다.

명세서

청구범위

청구항 1

하나 이상의 하기 화학식 I의 화합물, 하나 이상의 하기 화학식 II의 화합물, 및 하나 이상의 하기 화학식 III의 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 액정 매질:

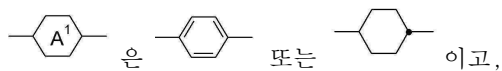


상기 화학식 I에서,

$R^{11}$  및  $R^{12}$ 는, 서로 독립적으로, 탄소수 1 내지 20의, 비치환되거나 F, Cl 또는 CN으로 일치환 또는 다중치환된 직쇄 또는 분지쇄 알킬이고, 이때 하나 이상의  $\text{CH}_2$  기는, 각각의 경우 서로 독립적으로, 0 및/또는 S 원자들이 서로 직접 연결되지 않는 방식으로  $-\text{O}-$ ,  $-\text{S}-$ ,  $-\text{NR}^{01}-$ ,  $-\text{SiR}^{01,02}-$ ,  $-\text{CO}-$ ,  $-\text{COO}-$ ,  $-\text{OCO}-$ ,  $-\text{OCO-O}-$ ,  $-\text{S-CO}-$ ,  $-\text{CO-S}-$ ,  $-\text{CY}^{01}=\text{CY}^{02}-$  또는  $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 로 임의적으로 대체되고,

$L^{11}$  및  $L^{12}$ 는 F이고,  $L^{13}$ 은 H이고,

$n$ 은 0 또는 1이고,



$Y^{01}$  및  $Y^{02}$ 는, 서로 독립적으로, F, Cl 또는 CN이고, 다르게는 이들 중 하나가 H일 수 있고,

$R^{01}$  및  $R^{02}$ 는, 서로 독립적으로, H 또는 탄소수 1 내지 12의 알킬이고,

상기 화학식 II에서,

$R^2$ 는  $R^{11}$ 에 대해 제시된 의미를 갖고,

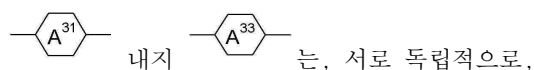
$L^2$ 는 H 또는 F이고,

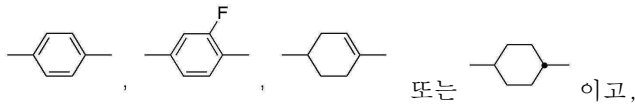
$X^2$ 는 F, Cl, CN, NCS,  $\text{CF}_3$  또는  $\text{OCH}_3$ 이고,

$m$ 은 0 또는 1이고,

상기 화학식 III에서,

$R^{31}$  및  $R^{32}$ 는, 서로 독립적으로,  $R^{11}$  및  $R^{12}$ 에 대해 제시된 의미를 갖고,



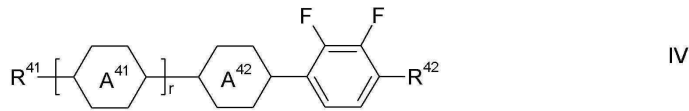


p는 0 또는 1이다.

**청구항 2**

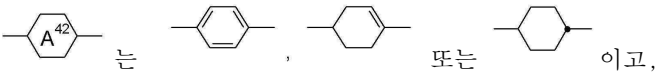
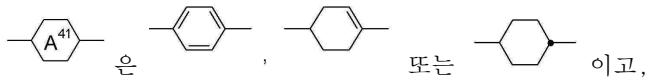
제 1 항에 있어서,

하기 화학식 IV의 화합물을 하나 이상 포함하는 것을 특징으로 하는 액정 매질:



상기 식에서,

R<sup>41</sup> 및 R<sup>42</sup>는, 서로 독립적으로, 제 1 항에서 R<sup>11</sup> 및 R<sup>12</sup>에 대해 제시된 의미를 갖고,

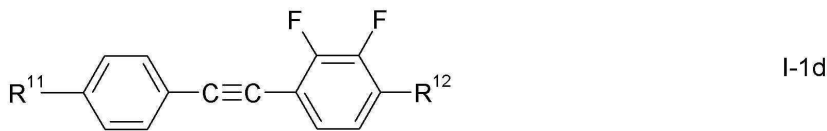


r은 0 또는 1이다.

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,

하기 화학식 I-1d의 화합물을 하나 이상 포함하는 것을 특징으로 하는 액정 매질:

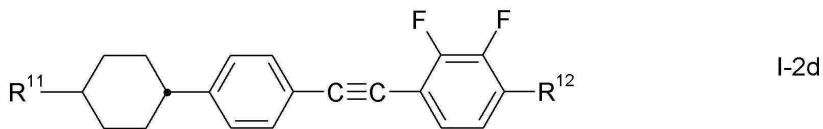


상기 식에서, R<sup>11</sup>, R<sup>12</sup>, L<sup>11</sup>, L<sup>12</sup> 및 L<sup>13</sup>은 모두 제 1 항에서 제시된 각각의 의미를 갖는다.

**청구항 4**

제 1 항에 있어서,

하기 화학식 I-2d의 화합물을 하나 이상 포함하는 것을 특징으로 하는 액정 매질:

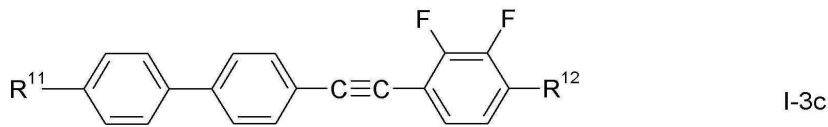


상기 식에서, R<sup>11</sup>, R<sup>12</sup>, L<sup>11</sup>, L<sup>12</sup> 및 L<sup>13</sup>은 모두 제 1 항에서 제시된 각각의 의미를 갖는다.

**청구항 5**

제 1 항에 있어서,

하기 화학식 I-3c의 화합물을 하나 이상 포함하는 것을 특징으로 하는 액정 매질:



상기 식에서, R<sup>11</sup>, R<sup>12</sup>, L<sup>11</sup>, L<sup>12</sup> 및 L<sup>13</sup>은 모두 제 1 항에서 제시된 각각의 의미를 갖는다.

**청구항 6**

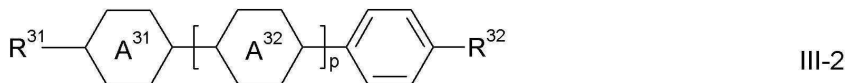
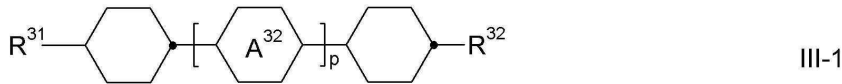
제 1 항에 있어서,

L<sup>2</sup>는 F이고, X<sup>2</sup>는 CN이고, m이 1인 화학식 II의 화합물을 하나 이상 포함하는 것을 특징으로 하는 액정 매질.

**청구항 7**

제 1 항에 있어서,

하기 화학식 III-1 및 III-2의 화합물의 군으로부터 선택되는 화합물을 하나 이상 포함하는 것을 특징으로 하는 액정 매질:



상기 식에서, 변수들은 모두 제 1 항에서 제시된 각각의 의미를 갖는다.

**청구항 8**

제 1 항에서 정의된 바와 같은, 하나 이상의 화학식 I의 화합물, 하나 이상의 화학식 II의 화합물 및 하나 이상의 화학식 III의 화합물을 하나 이상의 추가의 화합물 및/또는 하나 이상의 첨가제와 혼합하는 것을 특징으로 하는, 제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 따른 액정 매질의 제조 방법.

**청구항 9**

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 따른 액정 매질을 함유하는 것을 특징으로 하는 전기-광학 셔터.

**청구항 10**

제 9 항에 따른 전기-광학 셔터 하나 이상을 포함하는 액정 디바이스.

**청구항 11**

제 9 항에 따른 전기-광학 셔터 하나 이상을 어드레싱함으로써, 3D 디바이스를 조작하는 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은, 액정 디스플레이에서 2주파수 모드로 작동가능한 액정 전기-광학 스위칭 소자용, 특히 셔터용 액정 매질에 관한 것이다. 상기 셔터는, 예를 들어 3D 카메라 또는 3D 안경을 위한 셔터로서 특히 적합하다. 이러한 액정 스위칭 소자는, TN-효과에 기초하여 전기적으로 스위칭가능한 LC 셔터를 2주파수 어드레싱하기 위해 특정 액정 매질을 사용한다. 본 발명은 또한, 신규 액정 매질 및 액정 스위칭 소자의 용도에 관한 것이다.

**배경 기술**

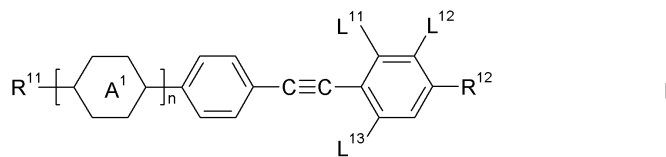
- [0002] 다양한 유형의 액정 디스플레이(LCD)가 널리 공지되고 시장에 널리 보급되어 있다. 최근, 관찰자에게 사실적 시정 경험(natural viewing experience)을 제공하는 디스플레이 이미지에 대한 요구는, TV 세트뿐만 아니라 데스크탑 및 랩탑 컴퓨터용 모니터 및 심지어 소형 디바이스, 예컨대 핸드폰, 태블릿 컴퓨터, 휴대용 매장 디스플레이 등에서 3차원(즉, 3D) 이미지를 표시할 수 있는 디스플레이의 도입을 제공하였다.
- [0003] 관찰자에게 3D 효과를 생성하기 위해서는, 오른쪽 눈과 왼쪽 눈 각각에 의해 시인된 그림을 구별하도록 각각의 정보의 2개 이상의 개별적인 채널로 광학 정보를 포착하여야 한다.
- [0004] 이는, 예를 들어 2대의 카메라를 사용하여 달성할 수 있지만, 이들 카메라는 정확하게 동기화되어야 한다. 다르게는, 기록된 이미지를 카메라 내에서 2개의 개별적인 영역으로 분할할 수 있다. 그러나, 이러한 방법은 이미지의 해상도를 2배까지 감소시키는 단점을 갖는다.
- [0005] 필요한 정보를 획득하는 다른 대안은, 오른쪽 눈과 왼쪽 눈의 개별적인 시야를 시간-순차적으로 캡처하는 것이다. 이러한 방법은, 하나의 눈의 시야를 위한 광학 경로는 차단하고 다른 눈에 대한 광학 경로는 기록하는(그 반대로 성립) 빠른 셔터를 필요로 한다.
- [0006] 분명히, 이러한 셔터는 또한, 관찰자에게 목적하는 3D 효과를 제공하는 디스플레이와 조합하여 이용가능하다. 이러한 셔터는, 예를 들어 적합한 디스플레이와 동기화된, 관찰자가 쓰는 소위 "능동식" 안경(각각의 이미지를 각각이 눈에 전송함)에 사용될 수 있다.
- [0007] 이러한 셔터는, 예를 들어 문헌["Fast Response Time in Twisted Nematic Mode with dual frequency Liquid Crystal material for Shutter Glasses" Seung Hwan Han et al., IDW conference 2010, Japan, Late-NewsPaper LCTp4-22L]에 기술되어 있다.
- [0008] 본 발명에 따른 셔터는 유익하게는 임의의 종류의 3D 디바이스, 예컨대 3D 카메라, 3D 안경 및 디스플레이용 3D 오버레이에 사용될 수 있다.
- [0009] 이미지들의 시간-순차적 캡처, 개별적인 표시 또는 전송을 실현하기 위해서는, 빠른 셔터가 필요하다. 여기서는, 사용될 전기-광학 스위칭 소자의 응답 시간이 스위칭 "온" 및 "오프" 과정 둘 다에서 매우 빠른 것이 매우 중요하다. 가장 널리 사용되는 전기-광학 효과(TN-효과)의 전형적인 응답 거동은, 스위칭 온에 대한 비교적 짧은 응답 시간(작은  $\tau_{on}$  값) 및 스위칭 오프에 대한 전형적으로 상당히 더 긴 응답 시간(더 큰  $\tau_{off}$  값)을 특징으로 한다. 이들 응답 시간은 둘 다 승온에서 조작시 감소될 수 있다. 그러나, 이러한 효과의 이용은, 전기-광학 스위칭 소자를 가열하는 에너지의 필요, 열 소산의 불편함, 및 마지막이지만 중요한 것으로, 디바이스에 미치는 열 응력에 의해 제한된다. 추가적으로, TN 셀의  $\tau_{on}$  값은 더 높은 작동 전압을 인가함으로써 감소될 수 있다. 그러나, 이는  $\tau_{off}$  값에는 적용가능하지 않으며, 그 이유는 스위칭 오프 과정이 액정 물질의 탄성 특성에 의해서만 유도되기 때문이다. 이는 심지어, 실제 스위칭 소자에서 작동 전압 증가에 따른  $\tau_{off}$  값의 증가를 제공한다.
- [0010] 총 응답 시간 및 특히  $\tau_{off}$  값을 감소시키기 위한 다른 방법은, "2주파수" 모드의 액정 스위칭 소자를 사용하는 것이다. 이는, 스위칭 소자의 구동을 위해 기술적으로 이용가능한 주파수에서 몇몇 특정 액정 물질이 그의 유전 이방성 부호를 바꾼다는 사실을 이용한다. 작동 전압의 낮은 주파수(전형적으로 약 수 kHz)에서는, 이러한 액정 물질이 양의 유전 이방성을 나타내며, 이는 주파수가 증가함에 따라 감소한다. 이러한 액정 물질 중 일부에서는, 이어서 "반전(inversion) 주파수"로 불리는 주파수에서 유전 이방성이 영(0)이 되고, 약 수십 kHz(예컨대, 50 kHz 내지 100 kHz 범위)의 주파수에서 한계 값에 도달하도록 주파수를 증가시키면 음의 값으로 추가로 감소된다.
- [0011] 유전 이방성의 부호가 양(+)에서 음(-)으로 변한다는 사실은, 적절한 주파수를 갖는 작동 전압의 인가에 의해, 스위칭 온 및 스위칭 오프 둘 다에 대해 스위칭 소자를 능동적으로 구동하는 것을 가능하게 한다. 따라서, 스위칭 오프 방법도 전기장의 인가에 의해 가속화될 수 있다.
- [0012] 2주파수 유형의 전기-광학 셔터에서는, 극도로 높은  $\Delta n$  값이 필요하지 않다. 셔터의 셀 간격에 따라, 전형적으로  $\Delta n$  값은 0.15 내지 0.25 범위여야 한다. 짧은 응답 시간을 가능하게 하기 위해서는, 셀 간격이 너무 커서는 안된다.

- [0013] 약 1 kHz 내지 10 kHz의 낮은 작동 주파수에서, 액정 물질은 5 이하의 적당히 높은 양의  $\Delta \epsilon$  값을 가져야 하며, 이는 주파수를 증가시키기에 따라, 약 10 kHz 내지 100 kHz의 주파수에서는 음의 유전율 값으로 변한다. 바람직하게, 교차(cross-over) 주파수( $\phi_0$ )는 15 kHz 내지 50 kHz 범위, 더욱 바람직하게는 20 kHz 내지 40 kHz 범위여야 한다. 낮은 주파수에서의 매질의 양의 유전 이방성과 동일한 절대값으로 높은 주파수에서의 음의 유전 이방성의 절대값을 나타내는 매질이 특히 바람직하다. 바람직하게, 한계값의 절대값은 2 내지 5 범위이다. 그러나, 목적하는 빠른 응답 시간을 달성하기 위해서는 낮은  $\gamma_{1\epsilon}$  값이 필요하다. 전형적으로,  $\Delta \epsilon$  값은 1 kHz 내지 500 Hz의 주파수에서 전혀 변하지 않는다.
- [0014] 전형적으로 UV 조사가 적용되는 제조 방법에서와 같이, 사용되는 LC 매질의 UV 안정성은 많은 용도에서 매우 중요하다.
- [0015] 지금까지 공지된 LC 조성물은 본 발명과 관련된 용도에서 심각한 단점을 갖는다. 이러한 조성물의 대부분은, 다른 결점들뿐만 아니라, 광학 응답의 불리하게 작은 조절 및/또는 느린 응답 및/또는 높은 작동 전압이 필요한 부적절한 어드레싱 능력 및/또는 특히 UV 조사에 대해 부적절한 안정성을 제공한다.
- [0016] 따라서, 개선된 특성을 갖는 신규 액정 매질이 필요하다. 특히, 광학 응답의 조절, 응답 시간, 작동 전압 및 안전성이 개선되어야 한다.
- [0017] 또한, 액정 매질의 저온 거동의 개선이 요구된다. 이제, 작동 특성 및 저장 수명 둘 다의 개선이 필요하다.
- [0018] 따라서, 대응하는 실제 용도에 적합한 특성을 갖는 액정 매질이 상당히 요구된다.

**발명의 내용**

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0019] 놀랍게도, 선택된 액정 매질을 사용하는 경우, 선행 물질의 단점을 갖지 않거나 적어도 상당히 감소된 정도로만 갖는 고-주파수 기술용 컴포넌트를 달성하는 것이 가능한 것으로 밝혀졌다.
- [0020] 이제 놀랍게도, 하기를 포함하는 메소젠성 매질이, 허용가능하게 높은 등명점, 적절히 높은 복굴절률, 적합한 유전 이방성, 및/또는 온도 및/또는 UV 부하(load), 특히 UV 부하에 대한 상당히 높은 전압 보전율을 갖는 매질을 실현하도록 하는 것으로 밝혀졌다:
- [0021] - 하나 이상의 하기 화학식 I의 화합물(키랄 화합물 포함):

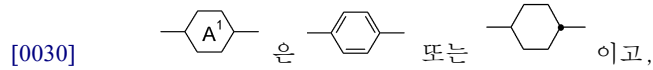


- [0022]
- [0023] 상기 식에서,
- [0024]  $R^{11}$  및  $R^{12}$ 는, 서로 독립적으로, 바람직하게는 탄소수 1 내지 20의, 비치환되거나 F, Cl 또는 CN, 바람직하게는 F로 일치환 또는 다중치환된 직쇄 또는 분지쇄 알킬(이때 하나 이상의  $\text{CH}_2$  기는, 각각의 경우 서로 독립적으로, O 및/또는 S 원자들이 서로 직접 연결되지 않는 방식으로  $-\text{O}-$ ,  $-\text{S}-$ ,  $-\text{NR}^{01}-$ ,  $-\text{SiR}^{01}\text{R}^{02}-$ ,  $-\text{CO}-$ ,  $-\text{COO}-$ ,  $-\text{OCO}-$ ,  $-\text{OCO}-\text{O}-$ ,  $-\text{S}-\text{CO}-$ ,  $-\text{CO}-\text{S}-$ ,  $-\text{CY}^{01}=\text{CY}^{02}-$  또는  $-\text{C} \equiv \text{C}-$ 로 임의적으로 대체됨), 바람직하게는, 탄소수 1 내지 9, 바람직하게는 탄소수 2 내지 5의  $n$ -알킬 또는  $n$ -알콕시, 탄소수 2 내지 9, 바람직하게는 탄소수 2 내지 5의 알켄일, 알켄일옥시, 또는 바람직하게는 탄소수 9 이하의 할로겐화된 알킬, 할로겐화된 알켄일 또는 할로겐화된 알콕시, 바람직하게는 탄소수 9 이하의 이불화, 이불화 또는 올리고부로부터된 알킬, 알켄일 또는 알콕시, 가장 바람직하게는 탄소수 9 이하의  $n$ -알킬,  $n$ -알콕시, 알켄일, 알켄일옥시 또는 알콕시알킬이고,
- [0025] 가장 바람직하게는,
- [0026]  $R^{11}$ 은  $n$ -알킬 또는 알켄일이고,

[0027] R<sup>12</sup>는 n-알킬, 알켄일, n-알콕시 또는 알켄일옥시이고,

[0028] L<sup>11</sup>, L<sup>12</sup> 및 L<sup>13</sup>은, 서로 독립적으로, H 또는 F이고, 바람직하게는 이들 중 적어도 하나, 더욱 바람직하게는 이들 중 2개가 F이고,

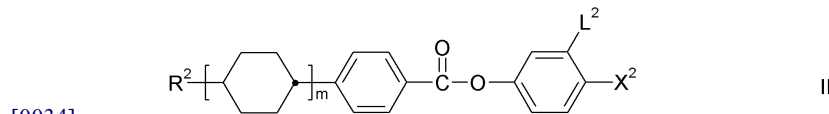
[0029] n은 0 또는 1이고,



[0031] Y<sup>01</sup> 및 Y<sup>02</sup>는, 서로 독립적으로, F, Cl 또는 CN이고, 다르게는 이들 중 하나가 H일 수 있고,

[0032] R<sup>01</sup> 및 R<sup>02</sup>는, 서로 독립적으로, H 또는 탄소수 1 내지 12의 알킬이다.

[0033] - 하나 이상의 하기 화학식 II의 화합물(키랄 화합물 포함):



[0035] 상기 식에서,

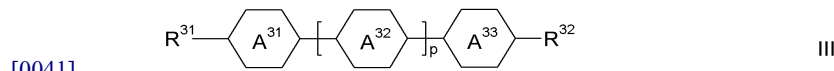
[0036] R<sup>2</sup>는 R<sup>11</sup>에 대해 제시된 의미(각각의 바람직한 의미 포함)를 갖고,

[0037] m은 0 또는 1, 바람직하게는 1이고,

[0038] L<sup>2</sup>는 H 또는 F, 바람직하게는 F이고,

[0039] X<sup>2</sup>는 F, Cl, CN, NCS, CF<sub>3</sub> 또는 OCH<sub>3</sub>, 바람직하게는 CN이다.

[0040] - 하나 이상의 하기 화학식 III의 화합물(키랄 화합물 포함):



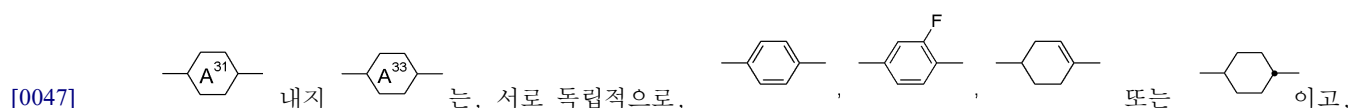
[0042] 상기 식에서,

[0043] R<sup>31</sup> 및 R<sup>32</sup>는, 서로 독립적으로, 바람직하게는 탄소수 1 내지 20의, 비치환되거나 F, Cl 또는 CN, 바람직하게는 F로 일치환 또는 다중치환된 직쇄 또는 분지쇄 알킬(이때, 하나 이상의 CH<sub>2</sub> 기는, 각각의 경우 서로 독립적으로, 0 및/또는 S 원자들이 서로 직접 연결되지 않는 방식으로 -O-, -S-, -NR<sup>01</sup>-, -SiR<sup>01</sup>R<sup>02</sup>-, -CO-, -COO-, -OCO-, -OCO-O-, -S-CO-, -CO-S-, -CY<sup>01</sup>=CY<sup>02</sup>- 또는 -C≡C-로 임의적으로 대체됨), 바람직하게는, 탄소수 1 내지 9, 바람직하게는 탄소수 2 내지 5의 n-알킬 또는 n-알콕시, 탄소수 2 내지 9, 바람직하게는 탄소수 2 내지 5의 알켄일, 알켄일옥시 또는 알콕시알킬, 또는 바람직하게는 탄소수 9 이하의 할로겐화된 알킬, 할로겐화된 알켄일 또는 할로겐화된 알콕시, 바람직하게는 탄소수 9 이하의 일불화, 이불화 또는 올리고불화된 알킬, 알켄일 또는 알콕시, 가장 바람직하게는 탄소수 9 이하의 n-알킬, n-알콕시, 알켄일, 알켄일옥시 또는 알콕시알킬이고,

[0044] 가장 바람직하게는,

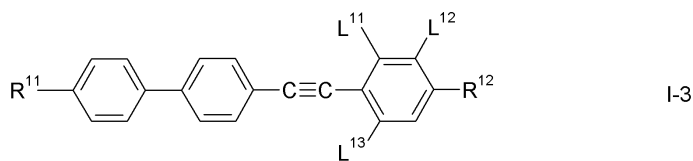
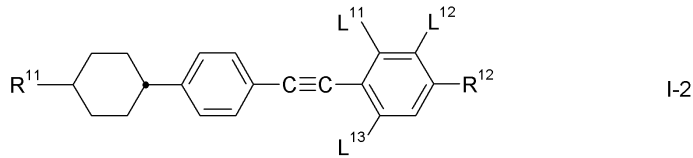
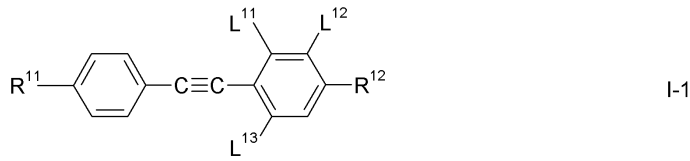
[0045] R<sup>31</sup>이 n-알킬 또는 알켄일이고,

[0046] R<sup>32</sup>가 n-알킬, 알켄일, n-알콕시 또는 알켄일옥시이고,



[0048] p는 0 또는 1, 바람직하게는 0이다.

[0049] 화학식 I의 바람직한 화합물은 하기 화학식 I-1 내지 I-3, 바람직하게는 하기 화학식 I-1 및/또는 I-2의 화합물의 군으로부터 선택되는 것이다:



[0050]

[0051] 상기 식에서,

[0052] 변수들은 화학식 I에서 제시된 각각의 의미를 갖고,

[0053] 화학식 I-1 및 I-2에서는 바람직하게,

[0054] R<sup>11</sup>은 n-알킬 또는 알켄일, 가장 바람직하게는 n-알킬이고,

[0055] R<sup>12</sup>는 n-알콕시 또는 알켄일옥시, 가장 바람직하게는 n-알콕시이고,

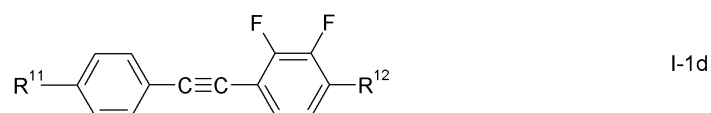
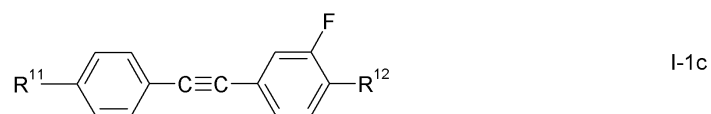
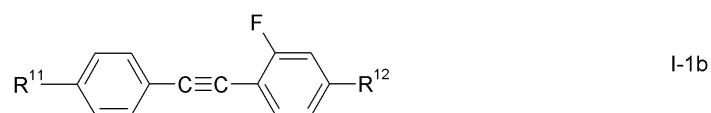
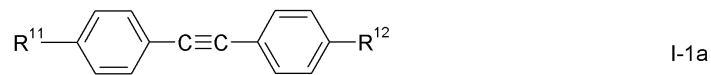
[0056] 화학식 I-3에서는 바람직하게,

[0057] R<sup>11</sup>은 n-알킬 또는 알켄일이고,

[0058] R<sup>12</sup>는 n-알킬 또는 알켄일, 가장 바람직하게는 n-알킬이다.

[0059] 바람직하게, 화학식 I의 화합물은 음의 유전율을 갖는 화합물이다.

[0060] 화학식 I-1의 바람직한 화합물은 하기 화학식 I-1a 내지 I-1d, 바람직하게는 I-1a 및 I-1d, 가장 바람직하게는 I-1d의 화합물의 군으로부터 선택되는 것이다:

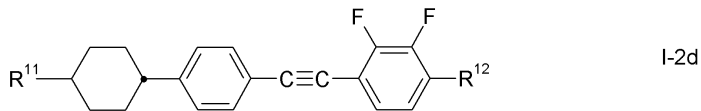
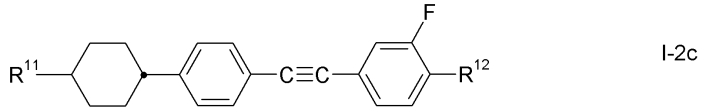
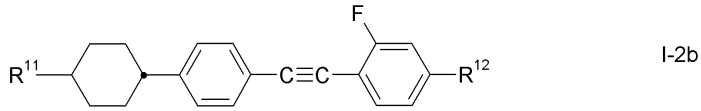
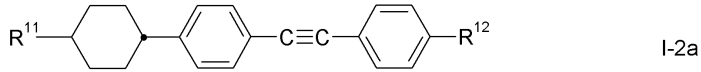


[0061]



[0062] 상기 식에서, 변수들은 상기 제시된 각각의 의미를 갖는다.

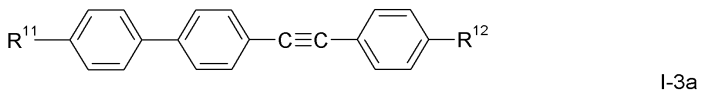
[0063] 화학식 I-2의 바람직한 화합물은 하기 화학식 I-2a 내지 I-2d, 바람직하게는 I-2a 및 I-2d, 가장 바람직하게는 I-2d의 화합물의 군으로부터 선택되는 것이다:



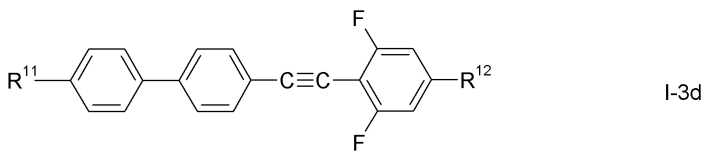
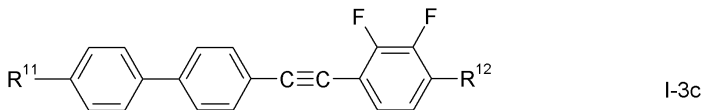
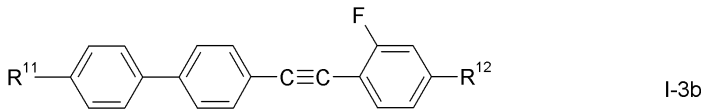
[0064]

[0065] 상기 식에서, 변수들은 상기 제시된 각각의 의미를 갖는다.

[0066] 화학식 I-3의 바람직한 화합물은 하기 화학식 I-3a 내지 I-3d, 바람직하게는 I-3c 및 I-3d, 가장 바람직하게는 I-3c의 화합물의 군으로부터 선택되는 것이다:



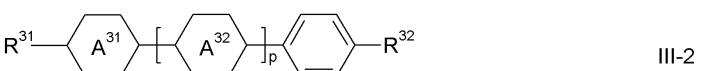
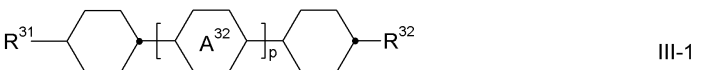
[0067]



[0068]

[0069] 상기 식에서, 변수들은 상기 제시된 각각의 의미를 갖는다.

[0070] 화학식 III의 바람직한 화합물은 하기 화학식 III-1 및 III-2, 바람직하게는 III-2의 화합물의 군으로부터 선택되는 것이다:

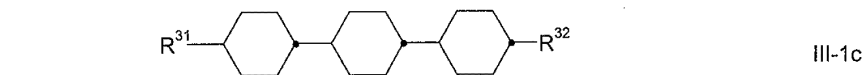
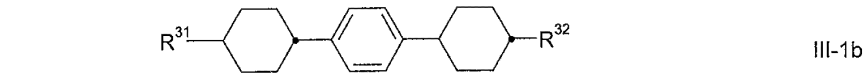


[0071]

[0072] 상기 식에서, 변수들은 상기 제시된 각각의 의미를 갖는다.

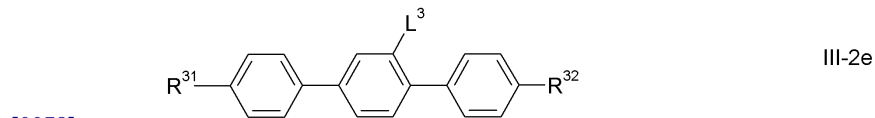
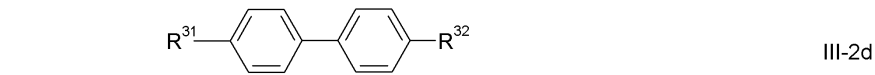
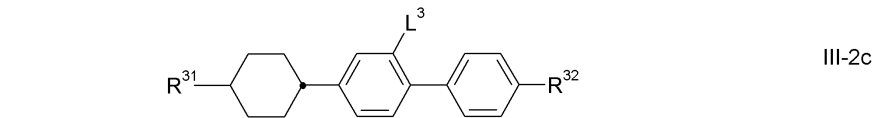
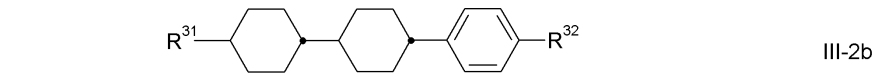
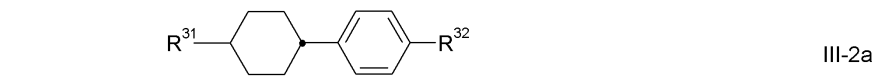
[0073] 화학식 III-1의 바람직한 화합물은 하기 화학식 III-1a 내지 III-1c, 바람직하게는 III-1a 및 III-1c, 가장 바

람직하게는 III-1a의 화합물의 군으로부터 선택되는 것이다:



[0077] 상기 식에서, 변수들은 상기 제시된 각각의 의미를 갖는다.

[0077] 화학식 III-2의 바람직한 화합물은 하기 화학식 III-2a 내지 III-2e, 바람직하게는 III-2a, III-2b 및 III-2d, 가장 바람직하게는 III-2a 및 III-2d의 화합물의 군으로부터 선택되는 것이다:



[0079] 상기 식에서, 변수들은 상기 제시된 각각의 의미를 갖고, 바람직하게는,

[0080] R<sup>31</sup>은, 각각 탄소수 1 내지 15의, 비-불화된 알킬 또는 비-불화된 알콕시, 또는 각각 탄소수 2 내지 15의, 비-불화된 알켄일, 비-불화된 알켄일옥시 또는 비-불화된 알콕시알킬, 바람직하게는 알킬, 특히 바람직하게는 n-알킬을 나타내고,

[0081] R<sup>32</sup>은 H, 각각 탄소수 1 내지 5, 바람직하게는 1 내지 3, 특히 바람직하게는 탄소수 3의, 비-불화된 알킬 또는 비-불화된 알콕시를 나타내고, 더욱 바람직하게는,

[0082] R<sup>31</sup>은 C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub> 또는 CH<sub>2</sub>=CH-(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>를 나타내고,

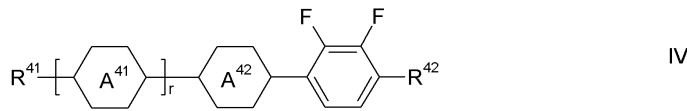
[0083] R<sup>32</sup>은 C<sub>m</sub>H<sub>2m+1</sub>, O-C<sub>m</sub>H<sub>2m+1</sub> 또는 (CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-CH=CH<sub>2</sub>를 나타내고,

[0084] n 및 m은, 서로 독립적으로, 0 내지 15의 범위, 바람직하게는 1 내지 7의 범위, 특히 바람직하게는 1 내지 5의 정수를 나타내고,

[0085] z는 0, 1, 2, 3 또는 4, 바람직하게는 0 또는 2를 나타낸다.

[0086] 특히, 본원에서 (R<sup>31</sup> 및 R<sup>32</sup>)의 바람직한 조합은 (C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub> 및 C<sub>m</sub>H<sub>2m+1</sub>) 및 (C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub> 및 O-C<sub>m</sub>H<sub>2m+1</sub>)이다.

[0087] 본 발명의 바람직한 실시양태에서, 상기 액정 매질은 하나 이상의 하기 화학식 IV의 화합물을 포함한다:



[0088]

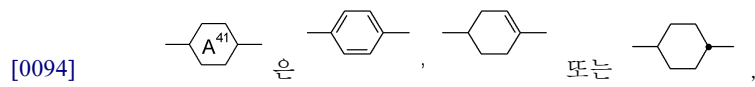
[0089] 상기 식에서,

[0090]  $R^{41}$  및  $R^{42}$ 는, 서로 독립적으로, 바람직하게는 탄소수 1 내지 20의, 비치환되거나 F, Cl 또는 CN, 바람직하게는 F로 일치환 또는 다중치환된 직쇄 또는 분지쇄 알킬(이때, 하나 이상의  $CH_2$  기는, 각각의 경우 서로 독립적으로, 0 및/또는 S 원자들이 서로 직접 연결되지 않는 방식으로  $-O-$ ,  $-S-$ ,  $-NR^{01}-$ ,  $-SiR^{01}R^{02}-$ ,  $-CO-$ ,  $-COO-$ ,  $-OCO-$ ,  $-OCO-O-$ ,  $-S-CO-$ ,  $-CO-S-$ ,  $-CY^{01}=CY^{02}-$  또는  $-C\equiv C-$ 로 임의적으로 대체됨), 바람직하게는, 탄소수 1 내지 9, 바람직하게는 탄소수 2 내지 5의 *n*-알킬 또는 *n*-알콕시, 탄소수 2 내지 9, 바람직하게는 탄소수 2 내지 5의 알켄일, 알켄일옥시 또는 알콕시알킬, 또는 바람직하게는 탄소수 9 이하의 할로겐화된 알킬, 할로겐화된 알켄일 또는 할로겐화된 알콕시, 바람직하게는 탄소수 9 이하의 일불화, 이불화 또는 올리고불화된 알킬, 알켄일 또는 알콕시, 가장 바람직하게는 탄소수 9 이하의 *n*-알킬, *n*-알콕시, 알켄일, 알켄일옥시 또는 알콕시알킬이고,

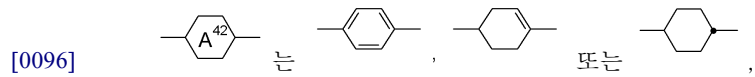
[0091] 가장 바람직하게는,

[0092]  $R^{41}$ 은 *n*-알킬 또는 알켄일이고,

[0093]  $R^{42}$ 는 *n*-알킬, 알켄일, *n*-알콕시 또는 알켄일옥시이고,



[0095] 바람직하게는 이고,

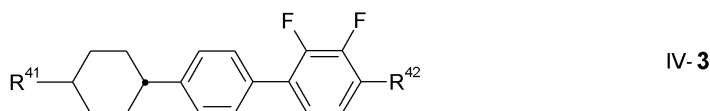
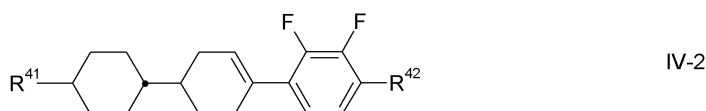


[0097] 바람직하게는 또는 이고,

[0098] *r*은 0 또는 1이다.

[0099] 바람직하게, 화학식 IV의 화합물은 음의 유전율을 갖는 화합물이다.

[0100] 화학식 IV의 바람직한 화합물은 하기 화학식 IV-1 내지 IV-3의 화합물이다:



[0101]

- [0102] 상기 식에서, 변수들은 상기 제시된 각각의 의미를 갖고, 바람직하게는
- [0103]  $R^{41}$ 은 상기 제시된 의미를 갖고, 바람직하게는  $C_nH_{2n+1}$  또는  $CH_2=CH-(CH_2)_z$ 를 나타내고,
- [0104]  $R^{42}$ 는 상기 제시된 의미를 갖고, 바람직하게는  $C_mH_{2m+1}$ ,  $O-C_mH_{2m+1}$  또는  $(CH_2)_z-CH=CH_2$ 를 나타내고,
- [0105] n 및 m은, 서로 독립적으로, 0 내지 15 범위, 바람직하게는 1 내지 7 범위, 특히 바람직하게는 1 내지 5의 정수를 나타내고,
- [0106] z는 0, 1, 2, 3 또는 4, 바람직하게는 0 또는 2를 나타낸다.
- [0107] 특히, 본원에서 ( $R^{41}$  및  $R^{42}$ )의 바람직한 조합은 ( $C_nH_{2n+1}$  및  $C_mH_{2m+1}$ ) 및 ( $C_nH_{2n+1}$  및  $O-C_mH_{2m+1}$ )이고, 특히 바람직하게는 ( $C_nH_{2n+1}$  및  $C_mH_{2m+1}$ )이다.
- [0108] n 및 m은, 서로 독립적으로, 0 내지 15의 범위, 바람직하게는 1 내지 7의 범위, 특히 바람직하게는 1 내지 5의 정수를 나타내고,
- [0109] z는 0, 1, 2, 3 또는 4, 바람직하게는 0 또는 2이다.
- [0110] 특히, 본원에서 ( $R^{41}$  및  $R^{42}$ )의 바람직한 조합은 ( $C_nH_{2n+1}$  및  $C_mH_{2m+1}$ ) 및 ( $C_nH_{2n+1}$  및  $O-C_mH_{2m+1}$ )이다.
- [0111] 본 발명의 바람직한 실시양태에서, 상기 액정 매질은 화학식 I-1 및/또는 I-2 및/또는 I-3의 화합물을 하나 이상 포함한다.
- [0112] 상기 액정 매질은 바람직하게는, 화학식 I-1a 내지 I-1d, 특히 바람직하게는 화학식 I-1d의 화합물로부터 선택되는 화합물 하나 이상, 및 화학식 I-2a 내지 I-2d의 화합물의 군으로부터 선택되는 화합물 하나 이상, 및/또는 화학식 I-3a 내지 I-3d의 화합물의 군으로부터 선택되는 화합물 하나 이상을 포함한다.
- [0113] 바람직하게, 본 발명에 따른 액정 매질은, 화학식 I, II, III 및 임의적으로 IV, 바람직하게는 I, II, III 및 IV의 화합물의 군으로부터 선택되는 화합물을 포함하고, 더욱 바람직하게는 이로 주로 이루어지고, 더더욱 바람직하게는 이로 본질적으로 이루어지고, 매우 특히 바람직하게는 이로 완전히 이루어진다.
- [0114] 본원에서 조성물과 함께 사용되는 "포함하다"는, 해당 개체(즉, 매질 또는 성분)가 지시된 성분(들) 또는 화합물(들)을 바람직하게는 총 10% 농도 이상, 더욱 및 매우 바람직하게는 20% 농도 이상 포함함을 의미한다.
- [0115] 이와 관련하여, "~로 주로 이루어지다"란, 해당 개체가 지시된 성분(들) 또는 화합물(들)을 55% 이상, 바람직하게는 60% 이상, 더욱 및 매우 바람직하게는 70% 이상 포함함을 의미한다.
- [0116] 이와 관련하여, "~로 본질적으로 이루어지다"란, 해당 개체가 지시된 성분(들) 또는 화합물(들)을 80% 이상, 바람직하게는 90% 이상, 더욱 및 매우 바람직하게는 95% 이상 포함함을 의미한다.
- [0117] 이와 관련하여, "~로 완전히 이루어지다"란, 해당 개체가 지시된 성분(들) 또는 화합물(들)을 바람직하게는 총 98% 이상, 더욱 바람직하게는 99 이상, 더욱 및 매우 바람직하게는 100.0% 포함함을 의미한다.
- [0118] 상기에 구체적으로 언급되지 않은 다른 메소젠성 화합물도 본 발명에 따라 상기 매질에 임의적으로 및 유리하게 사용될 수 있다. 이러한 화합물은 당업자에게 공지되어 있다.
- [0119] 본 발명에 따른 액정 매질은 바람직하게는 90℃ 이상, 더욱 바람직하게는 100℃ 이상, 더더욱 바람직하게는 120℃ 이상, 특히 바람직하게는 150℃ 이상, 매우 특히 바람직하게는 170℃ 이상의 등명점을 갖는다.
- [0120] 본 발명에 따른 매질의 네마틱 상은 바람직하게는 적어도 20℃ 이하 내지 90℃ 이상, 바람직하게는 100℃ 이상 까지, 더욱 바람직하게는 적어도 0℃ 이하 내지 120℃ 이상, 매우 바람직하게는 적어도 -10℃ 이하 내지 140℃ 이상, 특히 적어도 -20℃ 이하 내지 150℃ 이상으로 연장된다.
- [0121] 1 kHz 및 20℃에서 본 발명에 따른 액정 매질의  $\Delta \epsilon$ 은 바람직하게는 1 이상, 더욱 바람직하게는 2 이상, 매우 바람직하게는 3 이상이다.
- [0122] 589 nm( $Na^D$ ) 및 20℃에서 본 발명에 따른 액정 매질의  $\Delta n$ 은 바람직하게는 0.200 이상 0.90 이하의 범위, 더욱 바람직하게는 0.250 이상 0.90 이하의 범위, 더더욱 바람직하게는 0.300 이상 0.85 이하의 범위, 매우 특히 바

람직하게는 0.350 이상 0.800 이하의 범위이다.

- [0123] 본 발명의 바람직한 실시양태에서, 본 발명에 따른 액정 매질의  $\Delta n$ 은 바람직하게는 0.40 이상, 더욱 바람직하게는 0.45 이상이다.
- [0124] 본 발명에 따르면, 상기 액정 매질 중의 개별적인 화학식 I의 화합물은 바람직하게는 전체 화합물의 10% 내지 100%, 더욱 바람직하게는 30% 내지 95%, 더더욱 바람직하게는 40% 내지 90%, 매우 바람직하게는 50% 내지 90%의 총 농도로 사용된다.
- [0125] 화학식 IV의 화합물은 바람직하게는 전체 화합물의 1% 내지 20%, 더욱 바람직하게는 2% 내지 15%, 더더욱 바람직하게는 3% 내지 12%, 매우 바람직하게는 5% 내지 10%의 총 농도로 사용된다.
- [0126] 바람직하게는, 상기 액정 매질은 총 70% 내지 100%, 더욱 바람직하게는 80% 내지 100%, 매우 바람직하게는 90% 내지 100%, 특히 95% 내지 100%의 화학식 I, II 및 III 및/또는 IV, 바람직하게는 화학식 I 및 III 및 화학식 III 및 IV의 화합물을 포함하고, 더욱 바람직하게는 이로 주로 이루어지고, 매우 바람직하게는 이로 완전히 이루어진다.
- [0127] 본 발명의 실시양태에서, 상기 액정 매질은
- [0128] 화합물 PTY-3-02 및/또는 PTY-3-04 및/또는 PTY-5-02 및/또는 PTY-5-04 하나 이상 및/또는
- [0129] 화합물 CPTY-3-02 및/또는 CPTY-3-04 및/또는 CPTY-5-02 및/또는 CPTY-5-04 하나 이상 및/또는
- [0130] 화합물 PZG-2-N 및/또는 PZG-3-N 및/또는 PZG-4-N 및/또는 PZG-5-N 하나 이상 및/또는
- [0131] 화합물 CPZG-3-N 및/또는 CPZG-4-N 및/또는 CPZG-5 하나 이상 및/또는
- [0132] 화합물 CP-3-1 및/또는 CP-3-2 및/또는 CP-3-01 및/또는 CP-3-02 하나 이상 및/또는
- [0133] 화합물 PY-3-02 및/또는 CLY-3-02 및/또는 CLY-3-03 하나 이상
- [0134] 을 포함한다. 각각의 약어는 하기 표 A 내지 C에 따라 생성되며, 하기 표 D에서 설명된다.
- [0135] 본원에서, "양의 유전율을 갖는"이라는 표현은,  $\Delta \epsilon > 3.0$ 인 화합물 또는 성분을 기술하는 것이고, "중성 유전율을 갖는"이라는 표현은,  $-1.5 \leq \Delta \epsilon \leq 3.0$ 인 화합물 또는 성분을 기술하는 것이고, "음의 유전율을 갖는"이라는 표현은,  $\Delta \epsilon < -1.5$ 인 화합물 또는 성분을 기술하는 것이다.  $\Delta \epsilon$ 은 1 kHz의 주파수 및 20°C에서 결정된다. 각각의 화합물의 유전 이방성은 네마틱 호스트 혼합물 중 각각의 개별적인 화합물의 10% 용액의 결과로부터 결정된다. 각각의 화합물의 호스트 혼합물에 대한 용해도가 10% 미만인 경우, 상기 농도는 5%로 감소된다. 시험 혼합물의 전기용량(capacity)은, 수직(homeotropic) 배향을 갖는 셀 및 수평(homogeneous) 배향을 갖는 셀 모두에서 결정된다. 상기 두 유형의 셀 모두에서 셀의 두께는 약 20  $\mu\text{m}$ 이다. 인가 전압은 1 kHz의 주파수 및 전형적으로 0.5V 내지 1.0V의 실효값을 갖는 방형파(rectangular wave)이지만, 이는 항상 각각의 시험 혼합물의 전기용량의 역치 미만하도록 선택되어야 한다.
- [0136] 본원에서는 하기 정의가 적용된다.
- [0137] 
$$\Delta \epsilon \equiv (\epsilon_{\parallel} - \epsilon_{\perp})$$
- [0138] 
$$\epsilon_{\text{평균}} \equiv (\epsilon_{\parallel} + 2\epsilon_{\perp})/3$$
- [0139] 양의 유전율을 갖는 화합물에 사용되는 호스트 혼합물은 혼합물 ZLI-4792이고, 중성 유전율을 갖는 화합물 및 음의 유전율을 갖는 화합물에 사용되는 호스트 혼합물은 혼합물 ZLI-3086이며, 상기 혼합물들은 모두 독일 메르크 카게아아(Merck KGaA)로부터 입수되었다. 이들 화합물의 유전 상수의 절대값은, 관심 화합물을 첨가할 경우 호스트 혼합물의 각각의 값의 변화로부터 결정된다. 상기 값은 관심 화합물의 100% 농도로 외삽된다.
- [0140] 20°C 측정 온도에서 네마틱 상을 갖는 화합물은 그 자체로 측정된다. 다른 나머지 것들은 화합물처럼 취급된다.
- [0141] 모든 경우 명시적으로 달리 언급되지 않는 한, 본원에서 "역치 전압"이라는 표현은 광학 역치를 지칭하며 10% 상대 콘트라스트( $V_{10}$ )로 제시되고, "중간-회색 전압"은 50% 상대 콘트라스트( $V_{50}$ )에 대한 전압이며, "포화 전압"이라는 표현은 광학 포화를 지칭하며 90% 상대 콘트라스트( $V_{90}$ )로 제시된다. 또한, 프리데릭스

(Freedericks)-역치(VF<sub>r</sub>)라고도 불리우는 전기용량의 역치 전압(V<sub>0</sub>)은 명시적으로 언급되는 경우에만 사용된다.

- [0142] 명시적으로 달리 언급되지 않는 한, 본원에서 제시된 파라미터들의 범위는 모두 한계치를 포함한다.
- [0143] 다양한 범위의 특성을 지시하는 상이한 상한치 및 하한치가 서로 결합되는 경우에는 추가적인 바람직한 범위가 발생한다.
- [0144] 명시적으로 달리 언급되지 않는 한, 본원 전체에서 하기 조건 및 정의가 적용된다. 모든 농도는 중량%로 제시되며, 각각의 전체 혼합물에 관한 것이고, 모든 온도는 섭씨 온도로 제시되며, 모든 온도 차이는 섭씨 온도 차이로 제시된다. 모든 물리적 특성은 달리 명백하게 언급되지 않는 한, 문헌["Merck Liquid Crystals, Physical Properties of liquid Crystals", Status Nov. 1997, Merck KGaA, Germany]에 따라 결정되며, 20℃의 온도에 대하여 제시된다. 광학 이방성(Δn)은 589.3 nm의 파장에서 결정된다. 유전 이방성(Δε)은 1 kHz 주파수에서 결정된다. 역치 전압 뿐만 아니라 모든 다른 전기-광학 특성은 독일의 메르크 카게아아에서 제조한 시험 셀을 사용하여 결정하였다. Δε을 결정하기 위한 시험 셀은 약 20 μm의 셀 두께를 갖는다. 전극은 1.13 cm<sup>2</sup> 면적과 보호링(guard ring)을 갖춘 원형 ITO 전극이었다. 배향층은 수직 배향(ε<sub>⊥</sub>)의 경우는 일본 니산 케미칼스(Nissan Chemicals)의 SE-1211이었고, 수평 배향(ε<sub>∥</sub>)의 경우는 일본 신테크 러버(Synthetic Rubber)의 폴리이미드 AL-1054이었다. 전기용량은 0.3V<sub>rms</sub>의 전압을 갖는 사인파를 사용하는 주파수 응답 분석기 솔라트론(Solatron) 1260으로 결정하였다.
- [0145] 전기-광학 측정에 사용된 광은 백색 광이었다. 본원에서는 독일 아우트로닉-멜처스(Autronic-Melchers)에서 시판되는 DMS 기기를 사용하여 셋업하였다. 특징 전압은 수직 관찰하에 결정하였다. 역치 전압(V<sub>10</sub>), 중간-회색 전압(V<sub>50</sub>) 및 포화 전압(V<sub>90</sub>)은 각각 10%, 50% 및 90% 상대 콘트라스트에 대하여 결정하였다.
- [0146] 본원에서 "화합물"이라는 용어는, 달리 언급되지 않는 한, 하나의 화합물 및 복수 개의 화합물 둘 다를 의미한다.
- [0147] 본 발명에 따른 액정 매질은 바람직하게는 각 경우에서 적어도 -20℃ 내지 80℃, 바람직하게는 -30℃ 내지 85℃, 특히 매우 바람직하게는 -40℃ 내지 100℃의 네마틱 상을 갖는다. 본원에서 "네마틱 상을 갖는"이라는 표현은, 한편으로는 상응하는 온도의 저온에서 스멕틱 상 및 결정화가 관찰되지 않음을 의미하고, 다른 한편으로는 가열 시 네마틱 상으로부터 등명(clearing)이 일어나지 않음을 의미한다. 저온에서의 조사(investigation)는 상응하는 온도에서 유동 점도계에서 실시하고, 100 시간 이상 동안 5 μm의 셀 두께를 갖는 시험 셀에 저장함으로써 체크한다. 고온에서, 통상의 방법에 의해 모세관 내에서 등명점을 측정한다.
- [0148] 상기 액정 매질의 등명점(T(N,I))은 바람직하게는 80℃ 이상, 더욱 바람직하게는 85℃ 이상, 더더욱 바람직하게는 90℃ 이상, 가장 바람직하게는 95℃ 이상이고, 동시에, 바람직하게는 130℃ 이하, 더욱 바람직하게는 120℃ 이하, 더더욱 바람직하게는 110℃ 이하, 가장 바람직하게는 100℃ 이하이다.
- [0149] 본 발명의 바람직한 실시양태에서, 상기 액정 매질은 낮은 작동 주파수에서 양의 유전 이방성(Δε)을 갖는다. 이러한 유전 이방성은 바람직하게는 1.5 이상, 더욱 바람직하게는 2.0 이상, 더더욱 바람직하게는 2.5 이상, 가장 바람직하게는 3.0 이상이고, 동시에, 바람직하게는 10.0 이하, 더욱 바람직하게는 5.0 이하, 더더욱 바람직하게는 4.0 이하, 가장 바람직하게는 3.5 이하이다.
- [0150] 동시에, 본 발명의 액정 매질은 바람직하게는 높은 작동 주파수에서 음의 유전 이방성을 갖는다. 바람직하게, 100 kHz의 주파수에서 이러한 음의 유전 이방성의 절대값(|Δε|)은 1.5 이상, 더욱 바람직하게는 2.0 이상, 더더욱 바람직하게는 2.5 이상, 가장 바람직하게는 3.0 이상이고, 동시에, 바람직하게는 10.0 이하, 더욱 바람직하게는 5.0 이하, 더더욱 바람직하게는 4.0 이하, 가장 바람직하게는 3.5 이하이다.
- [0151] 바람직하게, 본 발명의 액정 매질의 교차 주파수는 5 kHz 이상 60 kHz 이하의 범위, 더욱 바람직하게는 7 kHz 이상 40 kHz 이하의 범위, 더더욱 바람직하게는 10 kHz 이상 25 kHz 이하의 범위, 가장 바람직하게는 12 kHz 이상 20 kHz 이하의 범위, 더욱 바람직하게는 14 kHz 이상 18 kHz 이하의 범위이다.
- [0152] 높은 작동 주파수 및 낮은 작동 주파수에서(특히, 1 kHz 및 100 kHz에서) Δε의 절대값들이 서로 동일하거나 거의 동일한 액정 매질이 특히 바람직하다. 바람직하게, 이들 값의 차이는 0.5 이하, 더욱 바람직하게는 0.4 이하, 가장 바람직하게는 0.2 이하이다.
- [0153] 또한, 본 발명에 따른 액정 매질은 비교적 높은 광학 이방성, 즉, 복굴절률 값(Δn)을 특징으로 한다. 이러한

복굴절률 값은 바람직하게는 0.170 이상, 더욱 바람직하게는 0.180 이상, 더더욱 바람직하게는 0.190 이상, 가장 바람직하게는 0.20 이상이고, 동시에, 바람직하게는 0.350 이하, 더욱 바람직하게는 0.300 이하, 더더욱 바람직하게는 0.270 이하, 가장 바람직하게는 0.250 이하이다.

- [0154] 본 발명에 따른 액정 매질은 또한 적합한 회전 점도( $\gamma_1$ )를 특징으로 한다. 이러한 회전 점도는 바람직하게는 300 mPa·s 이하, 더욱 바람직하게는 270 mPa·s 이하, 더더욱 바람직하게는 250 mPa·s 이하, 가장 바람직하게는 220 mPa·s 이상이다.
- [0155] 대응 기하구조(geometry)에서, 바람직한 액정 물질은 셔터, 예컨대 3D 카메라 또는 3D 안경을 위한 우수한 특성을 갖는다.
- [0156] "알킬"이라는 용어는 바람직하게는, 탄소수 1 내지 15의 직쇄 및 분지쇄 알킬 기, 특히 직쇄 기 메틸, 에틸, 프로필, 부틸, 펜틸, 헥실 및 헵틸뿐만 아니라 사이클로프로필 및 사이클로헥실을 포함한다. 2 내지 10개의 탄소 원자를 갖는 기가 일반적으로 바람직하다.
- [0157] "알켄일"이라는 용어는, 탄소수 2 내지 15의 직쇄 및 분지쇄 알켄일 기, 특히 직쇄 기를 포함한다. 바람직한 알켄일 기는 C<sub>2</sub>-C<sub>7</sub>-1E-알켄일, C<sub>4</sub>-C<sub>7</sub>-3E-알켄일, C<sub>5</sub>-C<sub>7</sub>-4-알켄일, C<sub>6</sub>-C<sub>7</sub>-5-알켄일 및 C<sub>7</sub>-6-알켄일, 특히 C<sub>2</sub>-C<sub>7</sub>-1E-알켄일, C<sub>4</sub>-C<sub>7</sub>-3E-알켄일 및 C<sub>5</sub>-C<sub>7</sub>-4-알켄일이다. 다른 바람직한 알켄일 기의 예는 비닐, 1E-프로펜일, 1E-부텐일, 1E-펜텐일, 1E-헥센일, 1E-헵텐일, 3-부텐일, 3E-펜텐일, 3E-헥센일, 3E-헵텐일, 4-펜텐일, 4Z-헥센일, 4E-헥센일, 4Z-헵텐일, 5-헥센일, 6-헵텐일 등이다. 5개 이하의 탄소 원자를 갖는 기가 일반적으로 바람직하다.
- [0158] "플루오로알킬"이라는 용어는, 바람직하게는 말단 불소 원자를 갖는 직쇄 기, 즉, 플루오로메틸, 2-플루오로에틸, 3-플루오로프로필, 4-플루오로부틸, 5-플루오로펜틸, 6-플루오로헥실 및 7-플루오로헵틸을 포함한다. 그러나, 불소의 다른 위치가 배제되는 것은 아니다.
- [0159] "옥사알킬" 또는 "알콕시알킬"이라는 용어는, 바람직하게는 화학식 C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>-O-(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>의 직쇄 라디칼을 포함하며, 이때 n 및 m은, 각각 서로 독립적으로, 1 내지 10의 정수를 나타낸다. 바람직하게, 여기서 n은 1이고, m은 1 내지 6이다.
- [0160] 비닐 말단 기를 함유하는 화합물 및 메틸 말단 기를 함유하는 화합물이 낮은 회전 점도를 갖는다.
- [0161] 본 발명에 따른 액정 매질은 추가적인 첨가제 및 키랄 도판트를 통상적인 농도로 포함할 수 있다. 이들 추가적인 구성성분의 총 농도는 전체 혼합물을 기준으로 0% 내지 10%, 바람직하게는 0.1% 내지 6% 범위이다. 사용되는 개별적인 화합물의 농도는 각각 바람직하게는 0.1% 내지 3% 범위이다. 본원에서 액정 매질의 액정 성분 및 액정 화합물의 값 및 농도 범위를 언급할 경우, 상기 성분들 및 유사한 첨가제의 농도는 고려하지 않는다.
- [0162] 본 발명에 따른 액정 매질은 여러 화합물, 바람직하게는 3 내지 30종, 더욱 바람직하게는 4 내지 20종, 가장 바람직하게는 4 내지 15종의 화합물로 이루어진다. 이들 화합물은 통상적인 방식으로 혼합된다. 일반적으로, 보다 소량으로 사용되는 화합물이 보다 과량으로 사용되는 화합물에 용해된다. 더 고농도로 사용되는 화합물의 등명점보다 온도가 높은 경우에는, 용해 과정이 완료되는 것을 관찰하기가 특히 용이하다. 그러나, 다른 통상적인 방법, 예컨대 화합물의 균질 또는 공용(eutectic) 혼합물일 수 있는 소위 예비-혼합물(pre-mix)을 사용하거나, 또는 구성성분 자체가 바로 사용될 수 있는 혼합물인 소위 "멀티용기" 시스템(multi-bottle system)을 사용하여 상기 매질을 제조할 수도 있다.
- [0163] 모든 온도, 예를 들어 융점 T(C,N) 또는 T(C,S), 스멕틱 상(S)으로부터 네마틱 상(N)으로의 전이 T(S, N), 및 액정의 등명점 T(N,I)은 섭씨로 제시된다. 모든 온도 차는 섭씨 온도 차이로 제시된다.
- [0164] 본원 및 특히 하기 실시예에서, 상기 메소젠성 화합물의 구조는 두문자어(acronym)로도 지칭되는 약어로 제시된다. 이러한 두문자어에서, 화학식은 하기 표 A 내지 C를 사용하여 다음과 같이 축약된다. 모든 C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>, C<sub>m</sub>H<sub>2m+1</sub> 및 C<sub>l</sub>H<sub>2l+1</sub> 또는 C<sub>n</sub>H<sub>2n-1</sub>, C<sub>m</sub>H<sub>2m-1</sub> 및 C<sub>l</sub>H<sub>2l-1</sub> 기는, 각각 탄소수 n, m 및 l의 직쇄 알킬 또는 알켄일, 바람직하게는 1E-알켄일을 나타내고, 이때 n, m 및 l은, 각각 서로 독립적으로, 1 내지 9, 바람직하게는 1 내지 7, 또는 2 내지 9, 바람직하게는 2 내지 7의 정수를 나타낸다. C<sub>6</sub>H<sub>20+1</sub>은 탄소수 1 내지 7, 바람직하게는 탄소수 1 내지 4의 직쇄 알킬, 또는 탄소수 1 내지 7, 바람직하게는 탄소수 1 내지 4의 분지쇄 알킬을 나타낸다.
- [0165] 하기 표 A는 상기 화합물의 코어 구조의 고리 요소에 사용되는 코드를 열거하며, 하기 표 B는 연결 기를 나타낸

다. 하기 표 C는 좌측 및 우측 말단 기에 대한 코드의 의미를 제시한다. 하기 표 D는 각각의 약어를 갖는 화합물의 예시적 구조를 나타낸다.

[0166] 표 A: 고리 요소

|    |  |        |  |
|----|--|--------|--|
| C  |  | P      |  |
| D  |  | DI     |  |
| A  |  | AI     |  |
| G  |  | GI     |  |
| U  |  | UI     |  |
| Y  |  |        |  |
| M  |  | MI     |  |
| N  |  | NI     |  |
| fN |  | fNI    |  |
| dH |  | N(2,6) |  |

[0167]

|   |  |    |  |
|---|--|----|--|
| K |  | KI |  |
| L |  | LI |  |
| F |  | FI |  |

[0168]

[0169] 표 B: 연결 기

|    |                                    |    |                      |
|----|------------------------------------|----|----------------------|
| E  | -CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> - | Z  | -CO-O-               |
| V  | -CH=CH-                            | ZI | -O-CO-               |
| X  | -CF=CH-                            | O  | -CH <sub>2</sub> -O- |
| XI | -CH=CF-                            | OI | -O-CH <sub>2</sub> - |
| B  | -CF=CF-                            | Q  | -CF <sub>2</sub> -O- |
| T  | -C=C-                              | QI | -O-CF <sub>2</sub> - |
| W  | -CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> - |    |                      |

[0170]



[0171] 표 C: 말단 기

| 좌측    |                                | 단독 사용 | 우측                             |
|-------|--------------------------------|-------|--------------------------------|
| -n-   | $C_nH_{2n+1}-$                 | -n    | $-C_nH_{2n+1}$                 |
| -nO-  | $C_nH_{2n+1}-O-$               | -nO   | $-O-C_nH_{2n+1}$               |
| -V-   | $CH_2=CH-$                     | -V    | $-CH=CH_2$                     |
| -nV-  | $C_nH_{2n+1}-CH=CH-$           | -nV   | $-C_nH_{2n}-CH=CH_2$           |
| -Vn-  | $CH_2=CH-C_nH_{2n+1}-$         | -Vn   | $-CH=CH-C_nH_{2n+1}$           |
| -nVm- | $C_nH_{2n+1}-CH=CH-C_mH_{2m}-$ | -nVm  | $-C_nH_{2n}-CH=CH-C_mH_{2m+1}$ |
| -N-   | $N=C-$                         | -N    | $-C\equiv N$                   |
| -S-   | $S=C=N-$                       | -S    | $-N=C=S$                       |
| -F-   | F-                             | -F    | -F                             |
| -CL-  | Cl-                            | -CL   | -Cl                            |
| -M-   | $CFH_2-$                       | -M    | $-CFH_2$                       |
| -D-   | $CF_2H-$                       | -D    | $-CF_2H$                       |
| -T-   | $CF_3-$                        | -T    | $-CF_3$                        |
| -MO-  | $CFH_2O-$                      | -OM   | $-OCFH_2$                      |
| -DO-  | $CF_2HO-$                      | -OD   | $-OCF_2H$                      |
| -TO-  | $CF_3O-$                       | -OT   | $-OCF_3$                       |
| -OXF- | $CF_2=CH-O-$                   | -OXF  | $-O-CH=CF_2$                   |

[0172]

|          |                          |             |                          |
|----------|--------------------------|-------------|--------------------------|
| -A-      | $H-C\equiv C-$           | -A          | $-C\equiv C-H$           |
| -nA-     | $C_nH_{2n+1}-C\equiv C-$ | -An         | $-C\equiv C-C_nH_{2n+1}$ |
| -NA-     | $N\equiv C-C\equiv C-$   | -AN         | $-C\equiv C-C\equiv N$   |
| ...      |                          | 다른 기와 함께 사용 |                          |
| ...A...  | $-C\equiv C-$            | ...A...     | $-C\equiv C-$            |
| ...V...  | $CH=CH-$                 | ...V...     | $-CH=CH-$                |
| ...Z...  | $-CO-O-$                 | ...Z...     | $-CO-O-$                 |
| ...ZI... | $-O-CO-$                 | ...ZI...    | $-O-CO-$                 |
| ...K...  | $-CO-$                   | ...K...     | $-CO-$                   |
| ...W...  | $-CF=CF-$                | ...W...     | $-CF=CF-$                |

[0173]

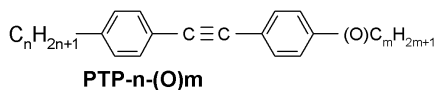
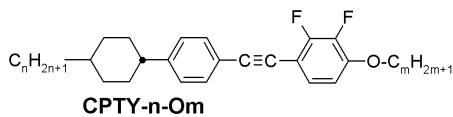
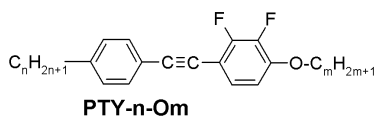
[0174] 상기 식에서, n 및 m은 각각 정수를 나타내고, 3개의 도트 "... "는 본 표로부터의 다른 약어에 대한 플레이스 홀더(place-holder)이다.

[0175] 하기 표는 각각의 약어와 함께 예시적인 구조를 나타낸다. 이는, 약어에 대한 규칙의 의미를 예시하기 위해 제시된다. 이는 또한, 바람직하게 사용되는 화합물을 제시한다.

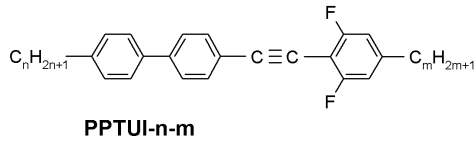
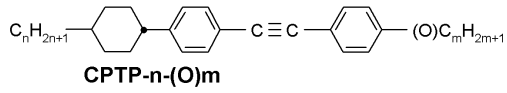
[0176] 표 D: 예시적 구조

[0177] 특히 바람직하게 사용되는 화합물의 예시적 구조를 제시한다.

[0178] 화학식 I의 화합물의 예는 하기와 같다.



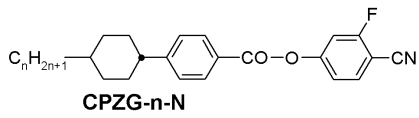
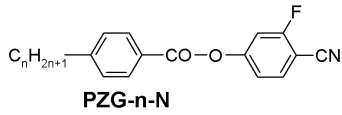
[0179]



[0180]

[0181]

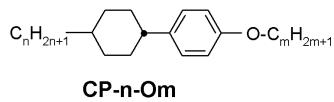
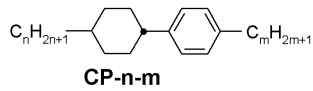
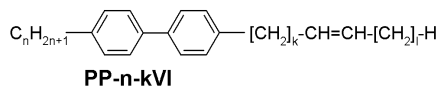
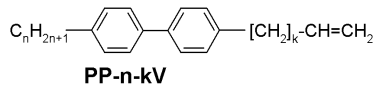
화학식 II의 화합물의 예는 하기와 같다.



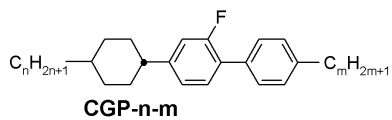
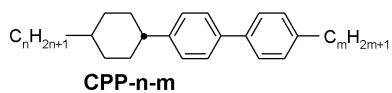
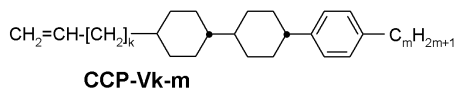
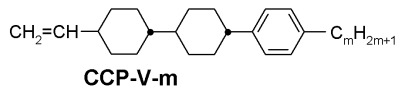
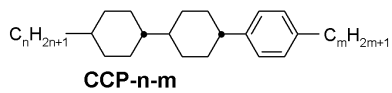
[0182]

[0183]

화학식 III의 화합물의 예는 하기와 같다.

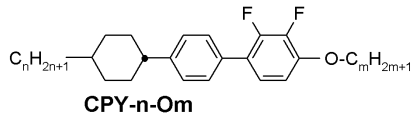
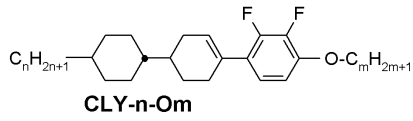
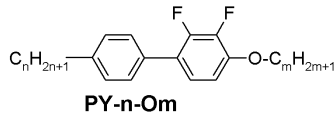


[0184]



[0185]

[0186] 화학식 IV의 화합물의 예는 하기와 같다.

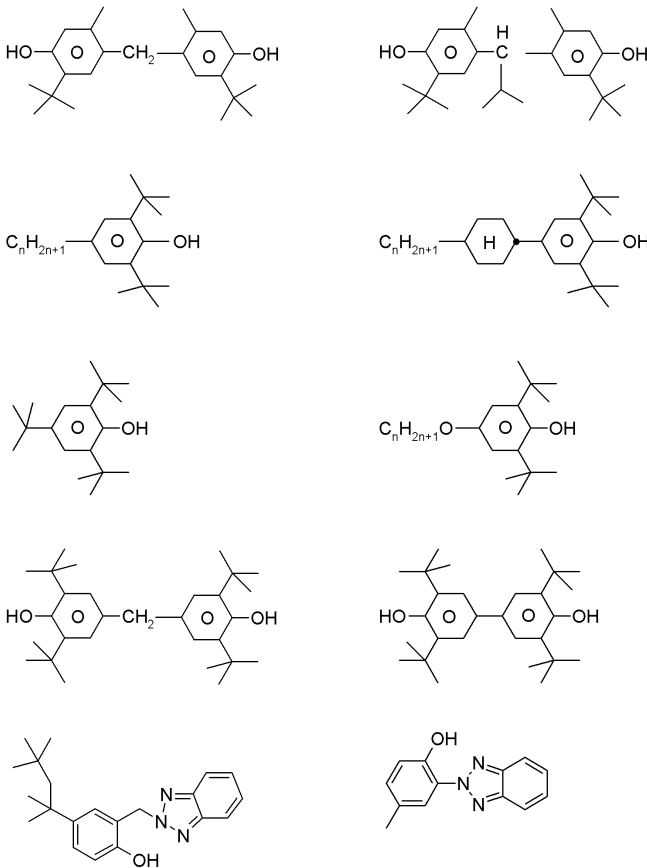


[0187]

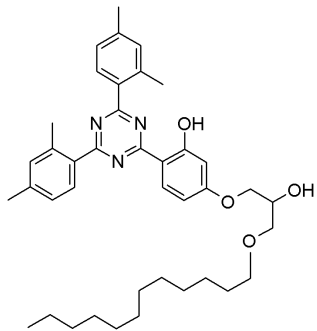
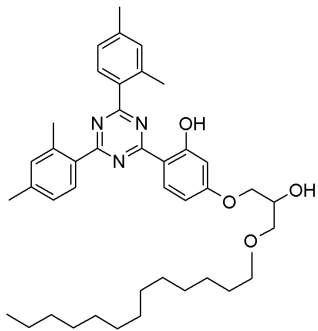
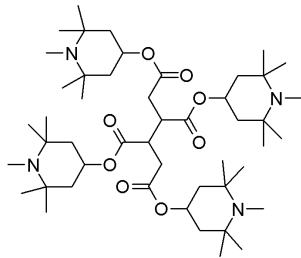
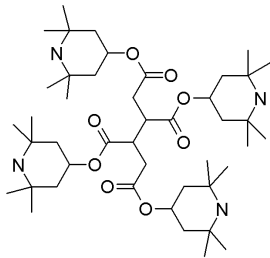
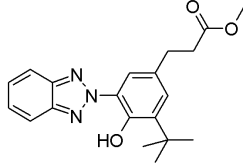
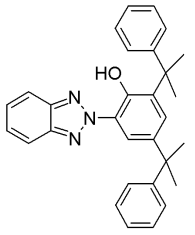
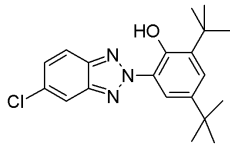
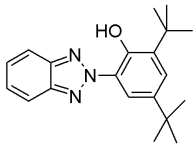
[0188] 상기 화학식들에서,  $n \in \{1;2;3;4;5;6;7\}$ ,  $m \in \{1;2;3;4;5;6;7\}$ , 및  $k \in \{1;2;3;4\}$ , 바람직하게는 2 또는 4, 가장 바람직하게는 2이고, 및  $l \in \{1;2;3\}$ , 바람직하게는 1이다.

[0189] 하기 표 E는 본 발명에 따른 메소젠성 매질에서 안정화제로서 사용될 수 있는 예시적 화합물을 도시한다. 상기 매질 중의 이러한 화합물 및 이와 유사한 화합물의 총 농도는 바람직하게 5% 이하이다.

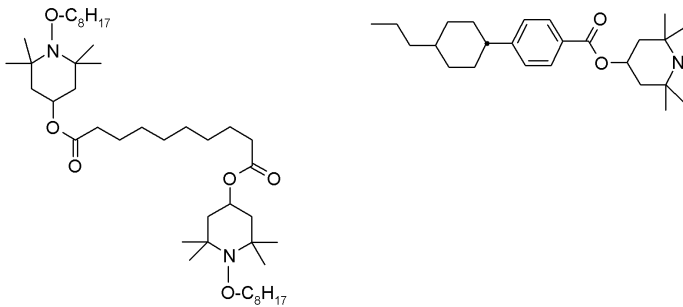
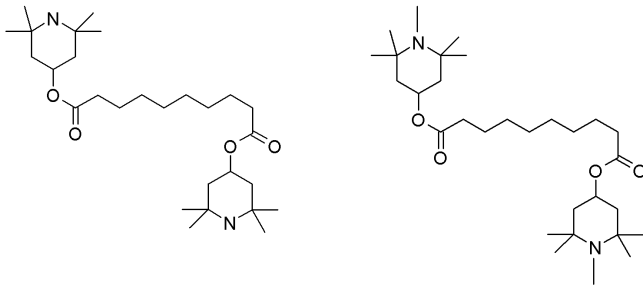
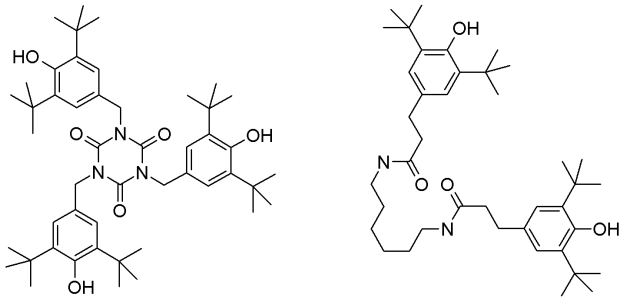
[0190] 표 E



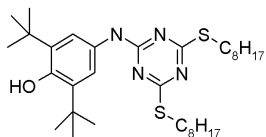
[0191]



[0192]



[0193]



[0194]

[0195] 본 발명의 바람직한 실시양태에서, 상기 메소젠성 매질은 상기 표 E의 화합물의 군으로부터 선택되는 화합물을 하나 이상 포함한다.

[0196] 본 발명에 따른 메소젠성 매질은 상기 표들로부터의 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 화합물을 바람직하게는 2종 이상, 바람직하게는 4종 이상 포함한다.

[0197] 본 발명에 따른 액정 매질은, 상기 표 D의 화합물의 군으로부터 선택되는 화합물, 바람직하게는 3개 이상, 바람직하게는 4개 이상의 상이한 화학식의 화합물을, 7종 이상, 바람직하게는 8종 이상 포함한다.

[0198] [실시예]

[0199] 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것이지만, 어떠한 방식으로든 본 발명을 제한하는 것은 아니다. 그러나, 당업자에게는 물리적 성질로부터 어떤 성질이 성취될 수 있고 어떤 범위에서 개질될 수 있는지 자명할 것이다. 따라서, 특히 바람직하게 성취될 수 있는 다양한 성질들의 조합은 당업자에게 잘 정의되어 있다.

[0200] 실시예 1

[0201] 하기 표에 제시된 조성 및 특성을 갖는 액정 혼합물 M-1을 제조하였다.

| 조성       |           |       | 물리적 특성                           |             |
|----------|-----------|-------|----------------------------------|-------------|
| 화합물      |           |       | T(N,I)                           | = 87.8 °C   |
| 번호       | 약어        |       | $n_e$ (20°C, 589.3 nm)           | = 1.6869    |
| 1        | PZG-2-N   | 3.0   | $\Delta n$ (20°C, 589.3 nm)      | = 0.1904    |
| 2        | CPZG-5-N  | 10.0  | $\epsilon_{  }$ (20°C, 1 kHz)    | = 10.6      |
| 3        | CP-3-O1   | 18.0  | $\Delta\epsilon$ (20°C, 1 kHz)   | = 3.4       |
| 4        | CP-3-O2   | 20.0  | $k_{11}$ (20°C)                  | = 14.2 pN   |
| 5        | PP-1-2V1  | 2.0   | $k_{33}$ (20°C)                  | = 19.8 pN   |
| 6        | PTY-3-O2  | 9.0   | $V_0$ (20°C)                     | = 2.12 V    |
| 7        | PTY-5-O2  | 11.0  | $\gamma_1$ (20°C)                | = 193 mPa·s |
| 8        | CPTY-3-O2 | 11.0  | $\Delta\epsilon$ (20°C, 1 kHz)   | = 3.41      |
| 9        | CPTY-5-O2 | 14.0  | $\Delta\epsilon$ (20°C, 50 kHz)  | = 0.05      |
| $\Sigma$ |           | 100.0 | $\Delta\epsilon$ (20°C, 100 kHz) | = -1.21     |
|          |           |       | (20°C)                           | = 55.0 kHz  |

[0202]

[0203] 이 혼합물은, 특히 2주파수 어드레싱 유형의 전기-광학 셔터에서의 용도에 적합하다. 이는 55 kHz의 비교적 높은 교차 주파수를 갖는다.

[0204] 실시예 2

[0205] 하기 표에 제시된 조성 및 특성을 갖는 액정 혼합물 M-2를 제조하였다.

| 조성       |           |       | 물리적 특성                           |             |
|----------|-----------|-------|----------------------------------|-------------|
| 화합물      |           |       | T(N,I)                           | = 98.5 °C   |
| 번호       | 약어        |       | $n_e$ (20°C, 589.3 nm)           | = 1.6786    |
| 1        | CPZG-5-F  | 14.0  | $\Delta n$ (20°C, 589.3 nm)      | = 0.1873    |
| 2        | CC-3-V1   | 21.0  | $\epsilon_{  }$ (20°C, 1 kHz)    | = 10.8      |
| 3        | CP-3-O1   | 12.0  | $\Delta\epsilon$ (20°C, 1 kHz)   | = 3.4       |
| 4        | PY-3-O2   | 3.0   | $k_{11}$ (20°C)                  | = 14.5 pN   |
| 5        | PTY-3-O2  | 11.0  | $k_{33}$ (20°C)                  | = 19.3 pN   |
| 6        | PTY-5-O2  | 14.0  | $V_0$ (20°C)                     | = 2.20 V    |
| 7        | CPTY-3-O2 | 11.0  | $\gamma_1$ (20°C)                | = 187 mPa·s |
| 8        | CPTY-5-O2 | 14.0  | $\Delta\epsilon$ (20°C, 1 kHz)   | = 3.34      |
| $\Sigma$ |           | 100.0 | $\Delta\epsilon$ (20°C, 50 kHz)  | = -1.32     |
|          |           |       | $\Delta\epsilon$ (20°C, 100 kHz) | = -3.03     |
|          |           |       | $(\phi_0)$ (20°C)                | = 35.0 kHz  |

[0206]

[0207] 이 혼합물은, 특히 2주파수 어드레싱 유형의 전기-광학 셔터에서의 용도에 적합하다. 이는 35 kHz의 상당히 낮은 교차 주파수를 갖는다.

[0208] 실시예 3

[0209] 하기 표에 제시된 조성 및 특성을 갖는 액정 혼합물 M-3를 제조하였다.

| 조성       |           |              | 물리적 특성   |             |
|----------|-----------|--------------|--|-------------|
| 화합물      |           |              | $T(N,I)$   | = 89.2 °C   |
| 번호       | 약어        |              | $n_e(20^\circ\text{C}, 589.3\text{ nm})$           | = 1.6677    |
| 1        | CPZG-5-F  | 15.0         | $\Delta n(20^\circ\text{C}, 589.3\text{ nm})$      | = 0.1914    |
| 2        | CP-3-O1   | 22.0         | $\epsilon_{  }(20^\circ\text{C}, 1\text{ kHz})$    | = 11.1      |
| 3        | CP-3-O2   | 10.0         | $\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1\text{ kHz})$   | = 3.2       |
| 4        | PY-3-O2   | 8.0          | $k_{11}(20^\circ\text{C})$                         | = 13.6 pN   |
| 5        | PTY-3-O2  | 10.0         | $k_{33}(20^\circ\text{C})$                         | = 16.9 pN   |
| 6        | PTY-5-O2  | 12.0         | $V_0(20^\circ\text{C})$                            | = 2.17 V    |
| 7        | CPTY-3-O2 | 10.0         | $\gamma_1(20^\circ\text{C})$                       | = 219 mPa·s |
| 8        | CPTY-5-O2 | <u>13.0</u>  | $\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1\text{ kHz})$   | = 3.15      |
| $\Sigma$ |           | <u>100.0</u> | $\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 50\text{ kHz})$  | = -2.64     |
|          |           |              | $\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 100\text{ kHz})$ | = -3.25     |
|          |           |              | $(\varphi_0)(20^\circ\text{C})$                    | = 21.0 kHz  |

[0210]

[0211] 이 혼합물은 21 kHz의 교차 주파수를 가지며, 특히 2주파수 어드레싱 유형의 전기-광학 셔터에서의 용도에 매우 적합하다.

[0212] **실시예 4**

[0213] 하기 표에 제시된 조성 및 특성을 갖는 액정 혼합물 M-4를 제조하였다.

| 조성       |           |              | 물리적 특성   |             |
|----------|-----------|--------------|--|-------------|
| 화합물      |           |              | $T(N,I)$   | = 87.8 °C   |
| 번호       | 약어        |              | $n_e(20^\circ\text{C}, 589.3\text{ nm})$           | = 1.6856    |
| 1        | CPZG-5-N  | 15.0         | $\Delta n(20^\circ\text{C}, 589.3\text{ nm})$      | = 0.1890    |
| 2        | CP-3-O1   | 20.0         | $\epsilon_{  }(20^\circ\text{C}, 1\text{ kHz})$    | = 11.5      |
| 3        | CP-3-O2   | 12.5         | $\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1\text{ kHz})$   | = 3.5       |
| 4        | PY-3-O2   | 9.0          | $k_{11}(20^\circ\text{C})$                         | = 13.9 pN   |
| 5        | PTY-3-O2  | 10.0         | $k_{33}(20^\circ\text{C})$                         | = 18.2 pN   |
| 6        | PTY-5-O2  | 11.0         | $V_0(20^\circ\text{C})$                            | = 2.09 V    |
| 7        | CPTY-3-O2 | 10.0         | $\gamma_1(20^\circ\text{C})$                       | = 216 mPa·s |
| 8        | CPTY-5-O2 | <u>12.0</u>  | $\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1\text{ kHz})$   | = 3.49      |
| $\Sigma$ |           | <u>100.0</u> | $\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 50\text{ kHz})$  | = -2.46     |
|          |           |              | $\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 100\text{ kHz})$ | = -2.98     |
|          |           |              | $(\varphi_0)(20^\circ\text{C})$                    | = 21.0 kHz  |

[0214]

[0215] 이 혼합물은, 특히 2주파수 어드레싱 유형의 전기-광학 셔터에서의 용도에 매우 적합하다. 이는, 상기 실시예의 혼합물과 같이 21 kHz의 교차 주파수를 갖는다.

[0216] **실시예 5**

[0217] 하기 표에 제시된 조성 및 특성을 갖는 액정 혼합물 M-5를 제조하였다.

| 조성       |           |              | 물리적 특성   |             |
|----------|-----------|--------------|--|-------------|
| 화합물      |           |              | $T(N,I)$   | = 103.8 °C  |
| 번호       | 약어        |              | $n_e(20^\circ\text{C}, 589.3\text{ nm})$           | = 1.6850    |
| 1        | CPZG-5-N  | <u>15.0</u>  | $\Delta n(20^\circ\text{C}, 589.3\text{ nm})$      | = 0.1899    |
| 2        | CP-3-O1   | 21.0         | $\epsilon_{11}(20^\circ\text{C}, 1\text{ kHz})$    | = 10.9      |
| 3        | CP-3-O2   | 10.5         | $\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1\text{ kHz})$   | = 3.2       |
| 4        | CLY-3-O3  | 8.5          | $k_{11}(20^\circ\text{C})$                         | = 15.2 pN   |
| 5        | PTY-3-O2  | 10.0         | $k_{33}(20^\circ\text{C})$                         | = 20.7 pN   |
| 6        | PTY-5-O2  | 12.0         | $V_0(20^\circ\text{C})$                            | = 2.32 V    |
| 7        | CPTY-3-O2 | 10.0         | $\gamma_1(20^\circ\text{C})$                       | = 243 mPa·s |
| 8        | CPTY-5-O2 | <u>13.0</u>  | $\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1\text{ kHz})$   | = 3.15      |
| $\Sigma$ |           | <u>100.0</u> | $\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 50\text{ kHz})$  | = -3.31     |
|          |           |              | $\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 100\text{ kHz})$ | = -3.8      |
|          |           |              | $(\varphi_0)(20^\circ\text{C})$                    | = 13.5 kHz  |

[0218]

[0219] 이 혼합물은 심지어 14 kHz 미만의 교차 주파수를 가지며, 특히 2주파수 어드레싱 유형의 전기-광학 셔터에서의 용도에 매우 적합하다.