



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년11월22일

(11) 등록번호 10-1800035

(24) 등록일자 2017년11월15일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C07C 15/58 (2006.01) *C07C 15/60* (2006.01)
C09K 19/32 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2012-7013029
- (22) 출원일자(국제) 2010년10월01일
 심사청구일자 2015년09월30일
- (85) 번역문제출일자 2012년05월21일
- (65) 공개번호 10-2012-0099438
- (43) 공개일자 2012년09월10일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2010/006014
- (87) 국제공개번호 WO 2011/047781
 국제공개일자 2011년04월28일
- (30) 우선권주장
 10 2009 050 632.2 2009년10월24일 독일(DE)

(56) 선행기술조사문현

WO2008021208 A2*

WO2008044695 A1*

JP2004082439 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 7 항

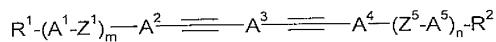
심사관 : 이정진

(54) 발명의 명칭 액정 매질용 화합물, 및 고주파 콤포넌트에 대한 용도

(57) 요약

본 발명은 하기 화학식 I의 화합물에 관한 것이다:

[화학식 I]



상기 식에서, 기 A^1 내지 A^5 는 1,4-나프틸렌 기 또는 1,4-안트라센일렌 기를 나타내고, 다른 파라미터는 청구항 1에 정의된 바와 같다.

또한 본 발명은 상기 표제 화합물을 함유하는 액정 매질, 상기 매질을 함유하는 고주파 기술용 콤포넌트, 특히 위상 천이기 및 마이크로파 어레이 안테나에 관한 것이다.

(72) 발명자

파울루스 데트레프

독일 64372 오베르-람스타트 코니히스베르거 스트
라세 17

라이펜라트 폴커

독일 64380 로스도르프 얀스트라세 8

마나베 아츠타카

독일 64625 벤사임 임 프라이악커 14

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

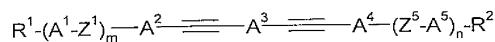
청구항 4

삭제

청구항 5

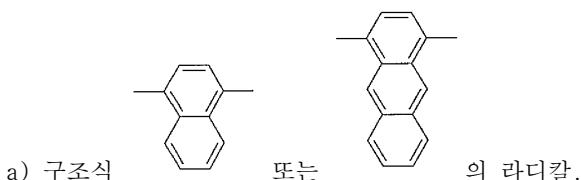
하나 이상의 하기 화학식 I의 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 액정 매질:

[화학식 I]



상기 식에서,

A^1 내지 A^5 는 서로 독립적으로,

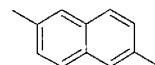


b) 하나 이상의 CH 기가 N으로 대체될 수 있는 1,4-페닐렌,

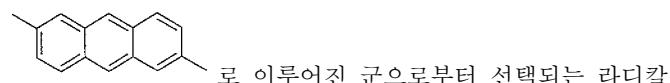
c) 1 또는 2개의 비인접 CH₂ 기가 -O- 및/또는 -S-로 대체될 수 있으며 H가 F로 대체될 수 있는 트랜스-1,4-사이클로헥실렌 또는 사이클로헥센일렌, 또는

d) 1,4-바이사이클로[2.2.2]옥틸렌, 사이클로부트-1,3-다이일, 스피로[3.3]헵탄-2,6-다이일,

티오펜-2,5-다이일, 티오펜-2,4-다이일, 푸란-2,5-다이일, 푸란-2,4-다이일,



및



을 나타내며,

이때 상기 a), b), c) 및 d)에서,

하나 이상의 H 원자는 또한 Br, Cl, F, CN, -NCS, -SCN, SF₅, C₁-C₁₀ 알킬, C₁-C₁₀ 알콕시, 또는 단일플루오르화된 또는 다중플루오르화된 C₁-C₁₀ 알킬 또는 알콕시 기로 대체될 수 있고,

A^1 내지 A^5 로부터 선택된 하나 이상의 라디칼은 a)에 따른 라디칼을 나타내고,

R^1 및 R^2 는 각각 서로 독립적으로, 할로겐화된 또는 비치환된 탄소수 1 내지 15의 알킬 라디칼(여기서, 추가로, 상기 라디칼 중의 하나 이상의 CH_2 기는 각각 서로 독립적으로, 0 원자들이 서로 직접 연결되지 않는 방식으로 $-C\equiv C-$, $-CH=CH-$, $-CF=CF-$, $-CF=CH-$, $-CH=CF-$, $-(CO)O-$, $-O(CO)-$, $-(CO)-$ 또는 $-O-$ 로 대체될 수 있다), F, Cl, Br, CN, CF_3 , OCF_3 , SCN, NCS 또는 SF_5 를 나타내고,

Z^1 및 Z^5 는 서로 독립적으로, 단일 결합, $-C\equiv C-$, $-CH=CH-$, $-CH_2O-$, $-(CO)O-$, $-CF_2O-$, $-CF_2CF_2-$, $-CH_2CF_2-$, $-CH_2CH_2-$, $-(CH_2)_4-$, $-CH=CF-$ 또는 $-CF=CF-$ 를 나타내고, 여기서 비대칭 가교는 양쪽 방향 둘다로 배향될 수 있고,

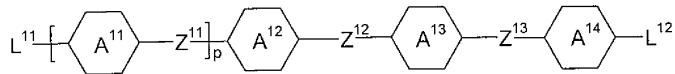
m 및 n 은 서로 독립적으로, 0, 1 또는 2를 나타낸다.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 액정 매질이 하기 화학식 II의 화합물로부터 선택된 하나 이상의 화합물을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는, 액정 매질:

[화학식 II]



상기 식에서,

L^{11} 은 R^{11} 또는 X^{11} 를 나타내고,

L^{12} 는 R^{12} 또는 X^{12} 를 나타내고,

R^{11} 및 R^{12} 는 서로 독립적으로, 탄소수 1 내지 17의 비플루오르화된 알킬 또는 비플루오르화된 알콕시, 또는 탄소수 2 내지 15의 비플루오르화된 알켄일, 비플루오르화된 알켄일옥시, 비플루오르화된 알킨일 또는 비플루오르화된 알콕시알킬을 나타내고,

X^{11} 및 X^{12} 는 서로 독립적으로, F, Cl, Br, CN, NCS, SCN, SF_5 , 탄소수 1 내지 7의 플루오르화된 알킬 또는 플루오르화된 알콕시, 또는 탄소수 2 내지 7의 플루오르화된 알켄일, 플루오르화된 알켄일옥시 또는 플루오르화된 알콕시알킬을 나타내고,

p 는 0 또는 1을 나타내고,

Z^{11} 내지 Z^{13} 은 서로 독립적으로, 트랜스- $CH=CH-$, 트랜스- $CF=CF-$, $-C\equiv C-$ 또는 단일 결합을 나타내고,

$\left[\begin{array}{c} A^{11} \\ | \\ \text{---} \end{array} \right]$ 내지 $\left[\begin{array}{c} A^{14} \\ | \\ \text{---} \end{array} \right]$ 는 서로 독립적으로,

a) 하나 이상의 CH 기가 N으로 대체될 수 있는 1,4-페닐렌, 또는

b) 1 또는 2개의 비인접 CH_2 기가 $-O-$ 및/또는 $-S-$ 로 대체될 수 있으며 H가 F로 대체될 수 있는 트랜스-1,4-사이클로헥실렌 또는 사이클로헥센일렌

을 나타내고,

이때, 상기 a) 및 b)에서,

하나 이상의 H 원자는 또한 Br, Cl, F, CN, NCS, SCN, SF_5 , C_1-C_{10} 알킬, C_1-C_{10} 알콕시, 단일플루오르화된 또는 다중플루오르화된 C_1-C_{10} 알킬 또는 알콕시 기, 또는 C_3-C_6 사이클로알킬기로 대체될 수도 있다.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 매질 내의 화학식 I의 화합물의 농도가 총 5% 내지 95% 범위인 것을 특징으로 하는, 액정 매질.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제 5 항에 기재된 하나 이상의 화학식 I의 화합물을 제 6 항에 기재된 화학식 II의 화합물로부터 선택된 하나 이상의 화합물 및 임의적으로 하나 이상의 추가 화합물 및 임의적으로 하나 이상의 첨가제와 혼합하는 것을 특징으로 하는, 제 5 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 따른 액정 매질의 제조 방법.

청구항 11

제 5 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 따른 액정 매질을 포함하는 것을 특징으로 하는 고주파 기술용 콤포넌트.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 콤포넌트가 하나 이상의 기능적으로 연결된 위상 천이기(phase shifter)인, 콤포넌트.

청구항 13

삭제

청구항 14

제 11 항에 따른 콤포넌트를 하나 이상 포함하는 것을 특징으로 하는 위상-제어된 그룹 안테나.

발명의 설명**기술 분야**

[0001]

본 발명은, 2개 이상의 C-C 삼중 결합 및 하나 이상의 1,4-나프ти렌 라디칼 또는 1,4-안트라센일렌 라디칼을 함유하는 신규한 화학적 화합물, 그것으로 구성된 액정 매질 및 이 매질을 포함하는 고주파 콤포넌트(component), 특히 기가헤르츠 영역용 안테나에 관한 것이다. 상기 액정 매질은 예를 들어 가변형(tunable) "위상-어레이(phased-array)" 안테나에서의 마이크로파 위상 천이용으로 또는 "반사어레이(reflectarray)"에 기반한 마이크로파 안테나의 가변형 셀용으로 기능한다.

배경 기술

[0002]

액정 매질은 정보를 표시하기 위해 전기 광학 디스플레이(액정 디스플레이-LDC)에서 종종 사용되어 왔다.

[0003]

그러나, 최근에, 액정 매질을 마이크로파 기술용 콤포넌트에 사용하는 것도, 예를 들어 특허문현 DE 10 2004 029 429 A호 및 특허문현 JP 2005-120208(A)호 등에서 제안되어 왔다.

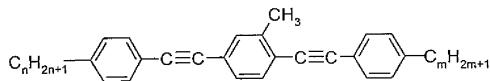
[0004]

고주파 기술에서의 액정 매질의 산업상 가치 있는 적용은 그들의 유전 특성이, 특히 기가헤르츠 영역에서, 가변 전압에 의해 제어될 수 있다는 특성에 근거한다. 이는 어떠한 이동부(moving part)도 포함하지 않는 가변형 안테나를 구성할 수 있게 한다(문현[A. Gaebler, A. Moessinger, F. Goelden, et al., "Liquid Crystal-Reconfigurable Antenna Concepts for Space Applications at Microwave and Millimeter Waves",

International Journal of Antennas and Propagation, Vol. 2009(2009), article ID 876989, 7 pages, doi:10.1155/2009/876989].).

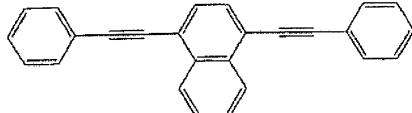
[0005] 문현[A. Penirscheke, S. Mueller, P. Scheele, C. Weil, M. Wittek, C. Hock and R. Jakoby: "Cavity Perturbation Method for Characterization of Liquid Crystals up to 35 GHz", 34th European Microwave Conference-Amsterdam, pp. 545-548]에는, 특히, 공지된 단액정 물질 K15(독일의 메르카 카게아아(Merck KGaA))의 9GHz 주파수에서의 특성이 기재되어 있다.

[0006] 이하에서 비스톨란 화합물이라고도 칭한 1-(페닐에틴일)톨란이 당업자에게 공지되어 있다. 예를 들어, 문현 [Wu, S.-T., Hsu, C.-S., Shyu, K.-F., Appl. Phys. Lett., 74(3), (1999), 344-346]에는 하기 화학식의 측쇄 메틸기를 함유하는 다양한 액정질 비스톨란 화합물이 개시되어 있다.



[0007]

[0008] 하기 화학식의 화합물 또는 이의 유도체는 유기 박막 트랜지스터(EP 2 073 290 A1)의 구성요소(EP 2 073 290 A1)로서, 광산(photoacid) 발생 시스템 제어용 감광성 염료(WO 2008/021208 A2)로서, 및 데이터 기록 매질의 구성요소(JP 2004-082439 A)로서 기재되어 있으며, 액정 특성 및 액정 매질에서의 이의 용도는 현재까지 기술되지 않았다:



[0009]

[0010] DE 10 2004 029 429 A호에는 마이크로파 기술에서의 통상적인 액정 매질의 용도, 특히 위상 천이기에서의 용도가 기재되어 있다. 이 문현에서는 상응하는 주파수 영역에서의 액정 매질의 특성에 관하여 이미 연구되었다.

[0011]

그러나, 이제까지 공지된 조성물 또는 개별 화합물은 일반적으로 단점을 가지고 있다. 이러한 불편함의 대부분은 다른 결합들뿐만 아니라 불리하게 높은 손실 및/또는 부적절한 위상 천이 또는 부적절한 재료 품질을 초래한다.

발명의 내용

[0012] 고주파 기술에 사용하기 위해, 특별한, 지금까지에 비해 독특한, 두드러진 특성들, 또는 특성들의 조합을 갖는 액정 매질이 요구된다.

[0013]

그러므로 개선된 특성을 갖는 액정 매질용의 신규한 성분이 필요하다. 특히, 마이크로파 영역에서의 손실은 감소되어야 하고 재료 품질(material quality; n)은 개선되어야 한다.

[0014]

게다가, 콤포넌트의 저온 거동에서의 개선에 대한 요구가 있다. 여기서는 조작 특성 및 저장 수명 둘 모두에 있어서의 개선도 필요하다.

[0015]

따라서, 상응하는 실용적 용도를 위한 적합한 특성을 갖는 액정 매질에 대한 상당한 요구가 있다.

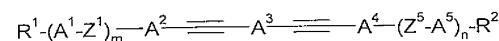
[0016]

놀랍게도, 본 발명에 따른 화합물을 사용하여, 종래 기술 재료의 단점들을 갖지 않거나 적어도 상당히 감소된 정도로 갖는, 적합한 네마틱 상 범위 및 높은 Δn 을 갖는 액정 매질을 성취할 수 있다는 것이 이제 밝혀졌다.

[0017]

본 발명은 하기 화학식 I의 화합물에 관한 것이다:

[화학식 I]

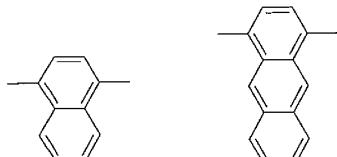


[0019]

상기 식에서,

[0020]

A^1 내지 A^5 는 서로 독립적으로,

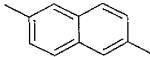


[0022] a) 구조식 또는 의 라디칼,

[0023] b) 1개 이상, 바람직하게는 1 또는 2개의 CH 기가 N으로 대체될 수 있는 1,4-페닐렌,

[0024] c) 1 또는 2개의 비인접 CH₂ 기가 -O- 및/또는 -S-로 대체될 수 있으며 H가 F로 대체될 수 있는 트랜스-1,4-사이클로헥실렌 또는 사이클로헥센일렌, 또는

[0025] d) 1,4-바이사이클로[2.2.2]옥틸렌, 사이클로부트-1,3-다이일, 스피로[3.3]헵탄-2,6-다이일,

티오펜-2,5-다이일, 티오펜-2,4-다이일, 푸란-2,5-다이일, 푸란-2,4-다이일, 및


로 이루어진 군으로부터 선택되는 라디칼

[0026] 을 나타내며,

[0027] 이때 상기 a), b), c) 및 d)에서,

[0028] 하나 이상의 H 원자는 또한 Br, Cl, F, CN, -NCS, -SCN, SF₅, C₁-C₁₀ 알킬, C₁-C₁₀ 알콕시, 또는 단일플루오르화된 또는 다중플루오르화된 C₁-C₁₀ 알킬 또는 알콕시 기로 대체될 수 있고,

[0029] A¹ 내지 A⁵, 바람직하게는 A², A³ 및 A⁴로부터 선택된 하나 이상의 라디칼은 a)에 따른 라디칼을 나타내고,

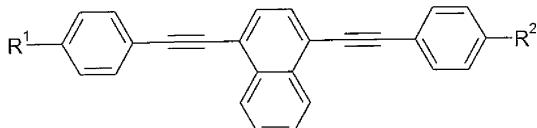
[0030] R¹ 및 R²는 각각 서로 독립적으로, 할로겐화된 또는 비치환된 탄소수 1 내지 15의 알킬 라디칼(여기서, 추가로, 상기 라디칼 중의 하나 이상의 CH₂기는 각각 서로 독립적으로, O 또는 S 원자들이 서로 직접 연결되지 않는 방식으로 -C≡C-, -CH=CH-, -CF=CF-, -CF=CH-, -CH=CF-, -(CO)O-, -O(CO)-, -(CO)-, -O- 또는 -S-로 대체될 수 있다), F, Cl, Br, CN, CF₃, OCF₃, SCN, NCS 또는 SF₅를 나타내고,

[0031] Z¹ 및 Z⁵는 서로 독립적으로, 단일 결합, -C≡C-, -CH=CH-, -CH₂O-, -(CO)O-, -CF₂O-, -CF₂CF₂-, -CH₂CF₂-, -CH₂CH₂-, -(CH₂)₄-, -CH=CF- 또는 -CF=CF-를 나타내고, 여기서 비대칭 가교는 양쪽 방향 둘다로 배향될 수 있고,

[0032] m 및 n은 서로 독립적으로, 0, 1 또는 2를 나타내고,

[0033] 단, 하기 화학식 I-X-1의 화합물 및 하기 화학식 I-X-2의 화합물은 배제된다:

[0034] [화학식 I-X-1]



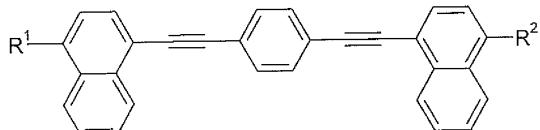
[0035]

[0036] [상기 식에서,

[0037] R¹ 및 R²는 각각 동시에 CH₃, n-C₆H₁₁, CF₃, F 또는 OCH₃이거나, 또는

[0038] R¹은 3급 부틸을 나타내고, R²는 -CN을 나타낸다]

[0039] [화학식 I-X-2]



[0040]

[0041] [상기 식에서,

[0042] R¹ 및 R²는 동시에 n-C₄H₉를 나타낸다].

[0043] 화학식 I-X-1의 화합물은 문헌 EP 2 073 290 A1, WO 2008/021208 또는 JP 2004-82439 A에 개시되어 있고, 화학식 I-X-2의 화합물은 JP 2004-82439 A에 개시되어 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0044] 본 발명에 따른 화합물은 높은 등명점, 극히 높은 광학 이방성(Δn) 및 유리하게 높은 회전 점도를 갖는다. 단독으로 또는 추가의 메소겐성 구성성분과의 혼합물로서, 이는 넓은 온도 범위에 걸쳐 네마틱 상을 갖는다. 상기 특성은 상기 화합물을 고주파 기술용 콤포넌트에 사용하는 데에, 특히 낮은 손실을 갖는 액정 위상 천이기에 특히 적합하게 한다.

[0045] 바람직하게는, A², A³ 및 A⁴로부터 선택된 라디칼 중 1 또는 2개, 특히 바람직하게는 1개는 정의 a)의 라디칼에 따른 임의적으로 치환된 라디칼을 나타낸다. 특히 바람직하게는, 적어도 라디칼 A³는 정의 a)에 따른 라디칼이다. 상기 a)의 라디칼 중에서 1,4-나프틸렌 라디칼이 특히 바람직하다.

[0046] 지수 m은 바람직하게는 0 또는 1이고, 특히 바람직하게는 0이다. 지수 n은 바람직하게는 0 또는 1이고, 특히 바람직하게는 0이다. m 및 n의 합은 바람직하게는 0 또는 1이다.

[0047] 고리 기 A¹ 및 A⁵는 바람직하게는 1,4-페닐렌이며, 이때 하나 이상의 H 원자는 Br, Cl, F, CN, 알킬(C₁-C₁₀), 메톡시 또는 단일플루오르화된 또는 다중플루오르화된 메틸 또는 메톡시 기로 대체될 수 있다.

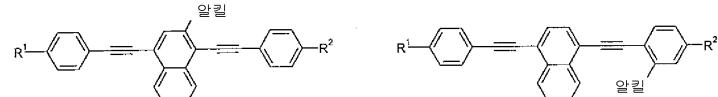
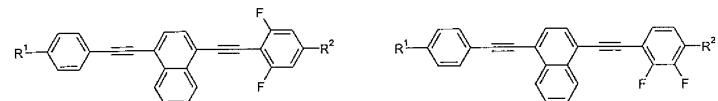
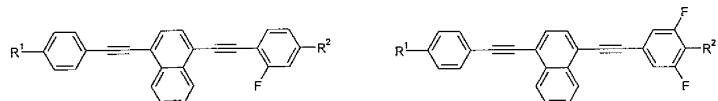
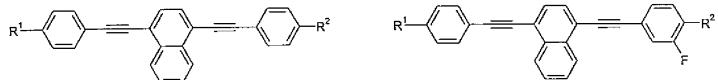
[0048] 가교 기 Z¹ 및 Z⁵는 바람직하게는 단일 결합, -C≡C- 또는 -CH=CH-이고, 특히 바람직하게는 단일 결합이다.

[0049] 라디칼 R¹ 및 R² 중 하나, 바람직하게는 R¹은, 바람직하게는 탄소수 1 내지 15의 직쇄 알킬 라디칼을 나타내고, 여기서, 추가로, 상기 라디칼 중의 하나 이상의 CH₂ 기는 각각 서로 독립적으로, 0 원자들이 서로 직접 연결되지 않는 방식으로 -C≡C-, -CH=CH-, -(CO)O-, -O(CO)-, -(CO)- 또는 -O-로 대체될 수 있다. R²는 특히 바람직하게는 탄소수 2 내지 5의 알킬 라디칼(여기서, 추가로, 상기 라디칼 중의 하나 이상의 CH₂ 기는 각각 서로 독립적으로, 0 원자들이 서로 직접 연결되지 않는 방식으로 -C≡C-, -CH=CH-, -CF=CF-, -CF=CH-, -CH=CF-, -(CO)O-, -O(CO)- 또는 -(CO)-로 대체될 수 있다), 또는 F, Cl, Br, CF₃, OCF₃, SCN, NCS 또는 SF₅을 나타낸다.

바람직하게는, 상기 라디칼 R^{1/2} 중 단지 하나만이 F, Cl, Br, CN, CF₃, OCF₃, SCN, NCS 또는 SF₅로부터 선택된 의미를 채택하거나, 또는 이들 중 어느 것도 F, Cl, Br, CN, CF₃, OCF₃, SCN, NCS 또는 SF₅로부터 선택된 의미를 채택하지 않는다.

[0050]

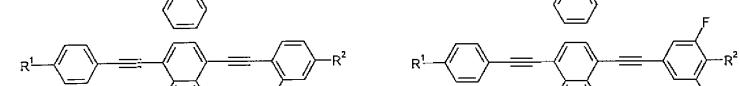
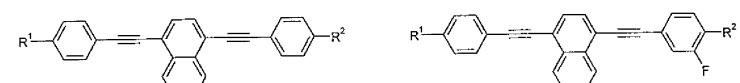
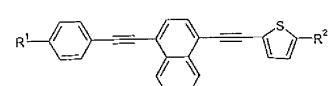
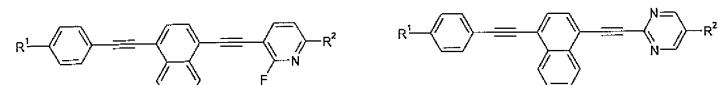
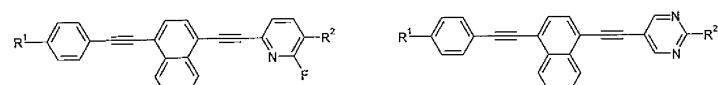
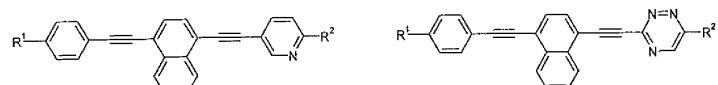
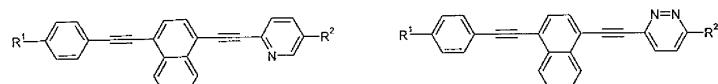
그러므로, 본 발명의 바람직한 실시양태는 하기 예시된 구조들로부터 선택된다:



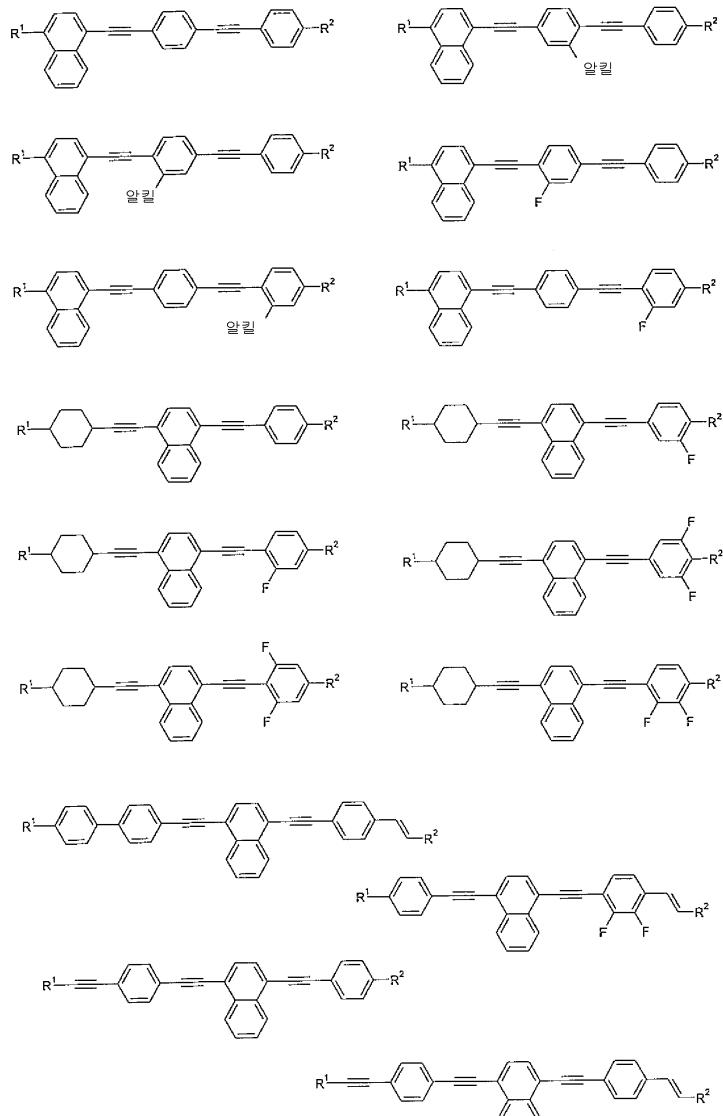
알킬

알킬

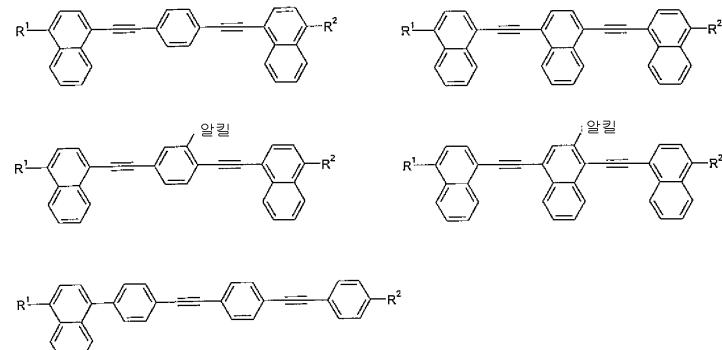
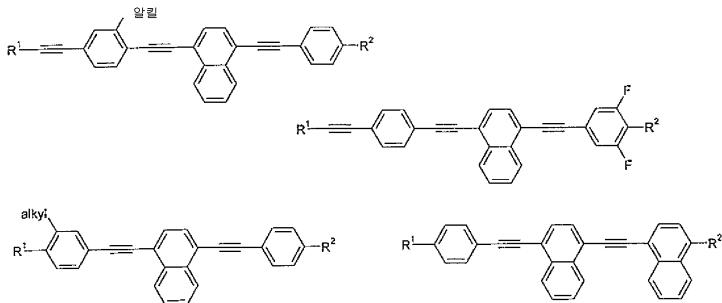
[0051]



[0052]



[0053]



[0054]

상기 식에서,

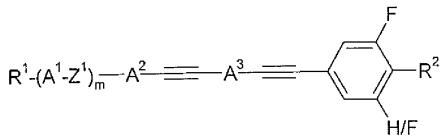
R¹ 및 R²는 상기 정의된 바와 같고, "알킬"은 탄소수 1 내지 10의 알킬 기를 나타낸다.

[0057]

추가의 바람직한 실시양태에서, 본 발명에 따른 화합물은 확실하게 양의 유전 이방성($\Delta \varepsilon$)을 갖는다. 상응하는 화합물은 바람직하게는 하기 화학식 IA 또는 IB, 특히 화학식 IA-1의 구조를 갖는다:

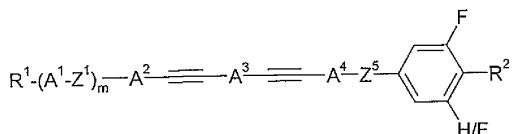
[0058]

[화학식 IA]



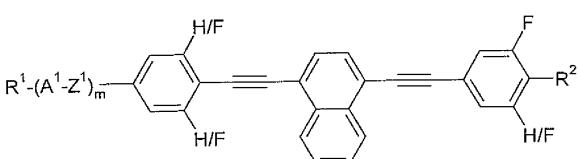
[0059]

[화학식 IB]



[0061]

[화학식 IA-1]



[0063]

각 경우에서,

R¹, A¹, A², A³, A⁴, Z¹, Z⁵ 및 m은 화학식 I에서 정의된 바와 같고,

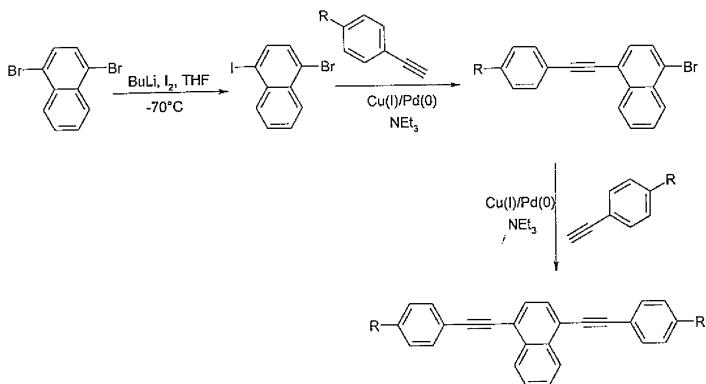
[0066]

R²는 F, Cl, Br, CN, CF₃, OCF₃, SCN, NCS 또는 SF₅를 나타낸다.

[0067]

유리하게는, 화학식 I의 화합물은 하기 예시적 합성(반응식 1)에 도시된 바와 같이 제조될 수 있다:

[0068] 반응식 1: 화학식 I의 화합물(R은 R¹ 또는 R²에 따라 정의됨)(비대칭형)의 예시적 합성.



[0069]

[0070] 1,4-다이브로모나프탈렌을 할로겐-금속 교환 반응으로 처리하고, 1-요오도-4-브로모나프탈렌으로 전환시킨다. 이를 먼저 소노가쉬라 커플링으로 일작용화된 아세틸렌-가교 화합물로 선택적으로 전환시키고, 이어서 제 2 소노가쉬라 반응시켜 2개의 아세틸렌 가교를 함유하는 화학식 1의 표적 화합물을 수득한다. 2개의 기 R이 동일한 경우, 요오드화 대신에 2 당량의 아세틸렌 화합물과의 커플링 반응을 직접 수행할 수 있다. 안트라센 유도체의 경우, 상응하는 할로겐 유도체가 출발 물질로서 사용된다.

[0071]

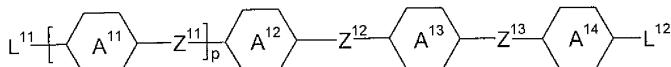
본 발명에 따른 액정 매질은 하나 이상의 화학식 I의 화합물, 및 임의적으로 하나 이상의 추가의 바람직하게는 메소겐성 화합물을 포함한다. 그러므로, 액정 매질은 바람직하게는 액정인 2개 이상의 화합물을 포함하는 것이 바람직하다. 화학식 I-X-1의 화합물 및 화학식 I-X-2의 화합물이 상기 액정 매질에 포함된다. 바람직한 매질은 바람직한 화학식 I의 화합물을 포함한다.

[0072]

상기 액정 매질의 추가의 성분들은 바람직하게는 하기 화학식 II의 화합물로부터 선택된다:

[0073]

[화학식 II]



[0074]

상기 식에서,

[0075]

L¹¹은 R¹¹ 또는 X¹¹를 나타내고,

[0076]

L¹²는 R¹² 또는 X¹²를 나타내고,

[0077]

R¹¹ 및 R¹²는 서로 독립적으로, 탄소수 1 내지 17, 바람직하게는 3 내지 10의 비플루오르화된 알킬 또는 비플루오르화된 알콕시 또는 탄소수 2 내지 15, 바람직하게는 3 내지 10의 비플루오르화된 알켄일, 비플루오르화된 알켄일옥시, 비플루오르화된 알킨일 또는 비플루오르화된 알콕시알킬, 바람직하게는 알킬 또는 비플루오르화된 알켄일을 나타내고,

[0078]

X¹¹ 및 X¹²는 서로 독립적으로, F, Cl, Br, -CN, -NCS, -SCN, SF₅, 탄소수 1 내지 7의 플루오르화된 알킬 또는 플루오르화된 알콕시, 또는 탄소수 2 내지 7의 플루오르화된 알켄일, 플루오르화된 알켄일옥시 또는 플루오르화된 알콕시알킬, 바람직하게는 플루오르화된 알콕시, 플루오르화된 알켄일옥시, F 또는 Cl를 나타내고,

[0079]

p는 0 또는 1을 나타내고,

[0080]

Z¹¹ 내지 Z¹³은 서로 독립적으로, 트랜스-CH=CH-, 트랜스-CF=CF-, -C≡C- 또는 단일 결합을 나타내고,

[0081]

내지 는,

[0082]

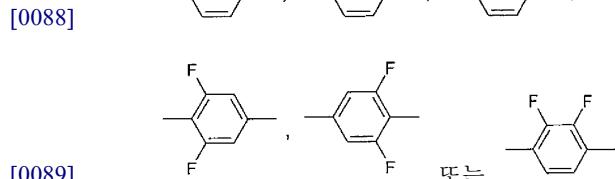
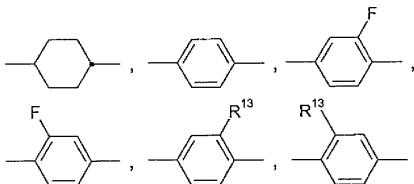
a) 하나 이상의, 바람직하게는 1 또는 2개의 CH 기가 N으로 대체될 수 있는 1,4-페닐렌, 또는

[0084] b) 1 또는 2개의 비인접 CH_2 기가 $-0-$ 및/또는 $-S-$ 로 대체될 수 있으며 H가 F로 대체될 수 있는 트랜스-1,4-사이클로헥실렌 또는 사이클로헥센일렌

[0085] 을 나타내고,

[0086] 이때, 상기 a) 및 b)에서, 하나 이상의 H 원자는 또한 Br, Cl, F, CN, $-\text{NCS}$, $-\text{SCN}$, SF_5 , $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ 알킬, $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ 알콕시, 단일플루오르화된 또는 다중플루오르화된 $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ 알킬 또는 알콕시 기, 또는 $\text{C}_3\text{-C}_6$ 사이클로알킬로 대체될 수도 있고,

[0087] 바람직하게는 서로 독립적으로



[0090] 를 나타내며, 이때 R^{13} 은 Cl, C_{1-7} 알킬 또는 C_{3-6} 사이클로알킬을 나타낸다.

[0091] 본 발명의 바람직한 실시양태에서, 상기 액정 매질은 하나 이상의 화학식 I의 화합물 및 하나 이상의 화학식 II의 화합물을 포함한다.

[0092] 본원에 따른 액정 매질은 바람직하게는 화학식 I의 화합물을 총 5 내지 95%, 바람직하게는 10 내지 90%, 특히 바람직하게는 15 내지 80%로 포함한다.

[0093] 본 발명에 따른 액정 매질은 바람직하게는, 단지 2개 이하의 5원 및/또는 6원 고리만을 갖는 화합물을 10% 이하, 바람직하게는 5% 이하, 특히 바람직하게는 2% 이하, 매우 특히 바람직하게는 1% 이하로 포함하고, 특히 2 개 이하의 5원 및/또는 6원 고리만을 갖는 화합물을 절대적으로 포함하지 않는다.

[0094] 본 발명에 따른 액정 매질은 화학식 I 및 II의 화합물의 군으로부터 선택되는 화합물들을 바람직하게는 포함하고, 더 바람직하게는 그들로 주로 구성되고, 더욱 더 바람직하게는 그들로 필수적으로 구성되고 매우 특히 바람직하게는 그들로 전적으로 구성된다.

[0095] 본원에서, 조성물과 관련하여 "포함한다"는 것은 문제의 독립체, 즉 매질 또는 콤포넌트가, 지시된 성분 또는 성분들 또는 화합물 또는 화합물들을, 바람직하게는 10% 이상, 매우 바람직하게는 20% 이상의 총 농도로 포함하는 것을 의미한다.

[0096] 이와 관련하여, 주로 구성된다는 것은 문제의 돋립체가 지시된 성분 또는 성분들 또는 화합물 또는 화합물들을 55% 이상, 바람직하게는 60% 이상, 매우 바람직하게는 70% 이상으로 포함하는 것을 의미한다.

[0097] 이와 관련하여, 필수적으로 구성된다는 것은 문제의 돋립체가 지시된 성분 또는 성분들 또는 화합물 또는 화합물들을 80% 이상, 바람직하게는 90% 이상, 매우 바람직하게는 95% 이상으로 포함하는 것을 의미한다.

[0098] 이와 관련하여, 전적으로 구성된다는 것은 문제의 돋립체가 지시된 성분 또는 성분들 또는 화합물 또는 화합물들을 98% 이상, 바람직하게는 99% 이상, 매우 바람직하게는 100.0%로 포함하는 것을 의미한다.

[0099] 본원에 따른 액정 매질은 바람직하게는 화학식 I 또는 II의 화합물을 총 10 내지 100%, 바람직하게는 20 내지 95%, 특히 바람직하게는 25 내지 90%로 포함한다.

[0100] 본 발명에 따르면, 화학식 II의 화합물은 바람직하게는 전체 혼합물 중의 10 내지 90%, 바람직하게는 15 내지 85%, 특히 바람직하게는 25 내지 80%의 총 농도로 사용된다.

[0101] 또한, 상기 액정 매질은 추가적인 첨가제, 예컨대 안정화제, 키랄 도펀트 및 나노입자를 포함할 수 있다. 첨가되는 개별 화합물은 0% 내지 10%, 바람직하게는 0.1% 내지 6%, 바람직하게는 0.1% 내지 3%의 농도로 사용된다.

그러나, 액정 혼합물의 나머지 구성요소, 즉 액정 또는 메소겐성 화합물에 대한 상기 농도 데이터는 이들 첨가제의 농도의 고려 없이 기재된 것이다.

[0102] 상기 액정 매질은 바람직하게는 0 내지 10 중량%, 특히 0.01 내지 5 중량%, 특히 바람직하게는 0.1 내지 3 중량%의 안정화제를 포함한다. 상기 매질은 바람직하게는 2,6-다이-3급 부틸페놀, 2,2,6,6-테트라메틸페리딘 또는 2-벤조트라이아졸-2-일페놀로부터 선택된 하나 이상의 안정화제를 포함한다. 이런 보조제는 당업자에게 공지되어 있고, 예컨대 광 안정화제로서 상업적으로 입수 가능하다.

[0103] 그러므로, 본 발명의 실시양태는 청구항 5에 기재된 바와 같은 하나 이상의 화학식 I의 화합물을 전술된 화학식 II의 화합물로부터 선택된 하나 이상의 화합물 및 임의적으로 하나 이상의 추가 화합물 및 임의적으로 하나 이상의 첨가제와 혼합하는 것을 특징으로 하는 액정 매질의 제조 방법이다.

[0104] 본원에서, 유전적 양성이라는 표현은 $\Delta \epsilon > 3.0$ 인 화합물 또는 성분을 나타내고, 유전적 중성이라는 표현은 $-1.5 \leq \Delta \epsilon \leq 3.0$ 인 화합물 또는 성분을 나타내고, 유전적 음성이라는 표현은 $\Delta \epsilon < -1.5$ 인 화합물 또는 성분을 나타낸다. $\Delta \epsilon$ 는 1kHz의 주파수 및 20°C에서 결정된다. 각각의 화합물의 유전 이방성은 네마틱 호스트 혼합물 중의 각각의 개별 화합물의 10% 용액의 결과로부터 결정된다. 호스트 혼합물 중의 각각의 화합물의 용해도가 10% 미만이면, 농도를 5%로 감소시킨다. 시험 혼합물의 정전용량은 호메오토트로픽(homeotropic) 정렬을 갖는 셀 및 호모지니어스(homogeneous) 정렬을 갖는 셀 둘 모두에서 결정된다. 두 유형의 셀에서 셀 두께는 약 20 μm 이다. 인가되는 전압은 1kHz의 주파수 및 전형적으로 0.5V 내지 1.0V의 실효값을 갖지만 각각의 시험 혼합물의 정전용량 역치 미만이 되도록 선택되는 사각파(rectangular wave)이다.

[0105] $\Delta \epsilon$ 는 ($\epsilon_{\parallel} - \epsilon_{\perp}$)로서 정의되고, 여기서 $\epsilon_{\text{평균}} = (\epsilon_{\parallel} + 2\epsilon_{\perp})/3$ 이다.

[0106] 유전적 양성 화합물에 사용되는 호스트 혼합물은 혼합물 ZLI-4792이고 유전적 중성 및 유전적 음성 화합물에 사용되는 호스트 혼합물은 혼합물 ZLI-3086이며, 이들 둘 모두 독일의 메르크 카제아아(Merck KGaA)에서 제조된다. 화합물의 유전 상수의 절대값은 관심 화합물의 첨가시의 호스트 혼합물의 각각의 값에서의 변화로부터 결정한다. 그 값을 관심 화합물 농도 100%로 외삽한다.

[0107] 20°C의 측정 온도에서 네마틱 상을 갖는 성분은 이와 같이 측정하고, 다른 모든 것은 화합물과 마찬가지로 처리한다.

[0108] 본원에서, 두 경우에 명시적으로 달리 언급하지 않는 한, 역치 전압이란 표현은 광학적 역치를 지칭하고 10% 상대 콘트라스트(V_{10})로 표기되며, 포화 전압이란 표현은 광학적 포화를 지칭하고 90% 상대 콘트라스트(V_{90})로 표기된다. 프레데릭스(Freedericks) 역치(V_{Fr})라고도 불리는 정전용량 역치 전압(V_0)은, 명시적으로 언급될 경우에만 사용된다.

[0109] 본원에서 지시되는 파라미터 범위는 달리 명시적으로 지시되지 않는 한 모두 한계값을 포함한다.

[0110] 특성들의 다양한 범위에 대해 기재된 상이한 상한 및 하한값은 서로 조합되어 추가적인 바람직한 범위를 제시한다.

[0111] 본원 전반에서, 달리 명시적으로 언급하지 않는 한 하기 조건 및 정의가 적용된다. 모든 농도는 중량%로 표기되며 각각의 전체 혼합물에 대한 것이고, 모든 온도는 섭씨로 표기되며 모든 온도차이는 온도차로 표기된다. 모든 물성은 문헌["Merck Liquid Crystals, Physical Properties of Liquid Crystals", Status Nov. 1997, Merck KgaA, Germany]에 따라 결정되며, 달리 명시적으로 언급하지 않는 한 20°C의 온도에 대하여 표기된다. 광학 이방성(Δn)은 589.3nm의 광장에서 결정된다. 유전 이방성($\Delta \epsilon$)은 1kHz의 주파수에서 측정된다. 역치 전압뿐만 아니라 모든 다른 전기광학적 특성은 독일 소재의 메르크 카제아아에서 제조된 시험 셀을 사용하여 측정된다. $\Delta \epsilon$ 측정용 시험 셀은 약 20 μm 의 셀 두께를 갖는다. 전극은 1.13cm²의 면적 및 가드 링을 갖는 원형 ITO 전극이다. 배향층은 호메오토트로픽 배향(ϵ_{\parallel})에 대해서는 일본의 닛산 케미컬(Nissan Chemicals)에서 제조된 SE-1211, 및 호모지니어스 배향(ϵ_{\perp})에 대해서는 일본의 재팬 신제티 러버(Japan Synthetic Rubber)에서 제조된 폴리이미드 AL-1054이다. 정전용량은 0.3V_{rms}의 전압을 갖는 사인파를 사용하는 솔라트론(Solatron) 1260 주파수 반응 분석기를 사용하여 측정한다. 전기 광학적 측정에 사용되는 광은 백색광이다. 상업적으로 입수가능한 독일의 아우트로닉-멜처스(Autronic-Melchers)제 DMS 기기를 사용하는 셋업이 여기서 사용된다. 역치 전압(V_{10}), 중간-그레이(mid-grey) 전압(V_{50}) 및 포화 전압(V_{90})은 각각 10%, 50% 및 90% 상대 콘트라스트에 대하여

측정된다.

- [0112] 액정 매질을, 문헌[A. Penirschke, S. Mueller, P. Scheele, C. Weil, M. Wittek, C. Hock and R. Jakoby: "Cavity Perturbation Method for Characterisation of Liquid Crystals up to 35GHz", 34th European Microwave Conference-Amsterdam, pp. 545-548]에 기재된 바와 같이 마이크로파 주파수 영역에서의 그들의 특성에 관하여 조사한다.
- [0113] 또한, 이와 관련하여, 측정 방법이 마찬가지로 상세하게 기재되어 있는 문헌[A. Gaebler, F. Goelden, S. Mueller, A. Penirschke and R. Jakoby "Direct Simulation of Material Permittivities ...", 12MTC 2009 - International Instrumentation and Measurement Technology Conference, Singapore, 2009 (IEEE), pp. 463-467] 및 DE 10 2004 029 429 A와 비교한다.
- [0114] 액정을 예컨대 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 또는 석영 모세관 내로 도입시킨다. 모세관은 180 μm 의 내부 반경 및 350 μm 의 외부 반경을 가진다. 실효 길이는 2.0cm이다. 채워진 모세관을 30GHz의 공명 주파수를 갖는 공동(cavity)의 중심으로 도입시킨다. 이 공동은 길이 6.6mm, 폭 7.1mm 및 높이 3.6mm를 갖는다. 이후 입력 신호(소스)를 인가하고, 출력 신호의 결과를 시판되는 벡터 네트워크 애널라이저를 사용하여 기록한다. 다른 주파수(예컨대, 19 GHz)의 경우, 상기 공동의 치수는 대응적으로 변경된다.
- [0115] 액정으로 채워진 모세관을 사용한 측정과 액정으로 채워진 모세관을 사용하지 않은 측정 사이의 공명 주파수 및 Q 인자의 변화를 사용하여 문헌[A. Penirschke, S. Mueller, P. Scheele, C. Weil, M. Wittek, C. Hock and R. Jakoby: "Cavity Perturbation Method for Characterisation of Liquid Crystals up to 35GHz", 34th European Microwave Conference - Amsterdam, pp. 545-548]에 기재된 바와 같이 수식 10 및 11을 사용하여 상응하는 목표 주파수에서의 유전 상수 및 손실 각도를 측정한다.
- [0116] 특성들의, 액정의 방향자(director)에 수직 및 평행한 특성 성분에 대한 값들은 액정을 자기장 속에서 정렬시킴으로써 얻어진다. 이 목적을 위해, 영구 자석의 자기장을 사용한다. 자기장의 강도는 0.35테슬라이다. 자석의 배향은 상응하게 설정된 후 90°를 통해 상응하게 회전된다.
- [0117] 마이크로파 영역에서의 유전 이방성을 다음과 같이 정의된다.
- [0118] $\Delta \epsilon_r \equiv (\epsilon_{r,\parallel} - \epsilon_{r,\perp})$
- [0119] 변조가능성(modulability) 또는 조정능(tuneability)(τ)은 다음과 같이 정의된다.
- [0120] $\tau \equiv (\Delta \epsilon_r / \epsilon_{r,\parallel})$
- [0121] 재료 품질(n)은 다음과 같이 정의되고, 이는 $\tan \delta_{\epsilon_r}$ 의 측정된 값의 최대값으로부터 나온다.
- [0122] $n \equiv (\tau / \tan \delta_{\epsilon_r, \max})$
- [0123] 여기서 $\tan \delta_{\epsilon_r, \max}$ 는 최대 유전 손실 인자이며,
- [0124] $\tan \delta_{\epsilon_r, \max} \equiv \text{최대}\{\tan \delta_{\epsilon_r, \perp}; \tan \delta_{\epsilon_r, \parallel}\}.$
- [0125] 바람직한 액정 재료의 재료 품질(n)은 5 이상, 바람직하게는 6 이상, 바람직하게는 8 이상, 바람직하게는 10 이상, 바람직하게는 15 이상, 바람직하게는 17 이상, 특히 바람직하게는 20 이상, 매우 특히 바람직하게는 25 이상이다.
- [0126] 해당 콤포넌트에서, 바람직한 액정 재료는 15° /dB 이상, 바람직하게는 20° /dB 이상, 바람직하게는 30° /dB 이상, 바람직하게는 40° /dB 이상, 바람직하게는 50° /dB 이상, 특히 바람직하게는 80° /dB 이상, 매우 특히 바람직하게는 100° /dB 이상의 위상 천이 품질을 갖는다.
- [0127] 본원에서, 화합물이란 용어는 달리 언급하지 않는 한 하나의 화합물 및 복수의 화합물 모두를 의미하기 위해 사용된다.
- [0128] 본 발명에 따른 액정 매질은 각 경우에 적어도 -20°C 내지 80°C, 바람직하게는 -30°C 내지 85°C, 매우 특히 바람직하게는 -40°C 내지 100°C의 네마티ック 상을 갖는다. 상기 상은 특히 바람직하게는 120°C 이상으로 연장되며, 바람직하게는 140°C 이상으로 연장되며 매우 특히 바람직하게는 180°C 이상으로 연장된다. 본원에서 네마티ック 상

을 갖는다는 표현은 한편으로는 스마트 상이 없고 해당 온도에서 저온에서 결정화가 관찰되지 않는다는 것을 의미하고 다른 한편으로는 가열시에 네마틱 상으로부터 등명화(clearing)가 일어나지 않는다는 것을 의미한다. 저온에서의 연구는 해당 온도에서의 유통 점도계로 수행되며 $5\mu\text{m}$ 의 셀 두께를 갖는 시험 셀 중에 100시간 이상 동안 저장함으로써 체크한다. 고온에서는, 모세관 중에서의 등명점을 통상적인 방법에 의해 측정한다.

[0129] 본 발명에 따른 액정 매질은 바람직하게는 90°C 이상, 더 바람직하게는 100°C 이상, 더욱 더 바람직하게는 120°C 이상, 특히 바람직하게는 150°C 이상, 매우 특히 바람직하게는 170°C 이상의 등명점을 갖는다.

[0130] 본 발명에 따른 액정 매질의 1kHz 및 20°C 에서의 $\Delta\varepsilon$ 는 바람직하게는 1 이상이고, 더 바람직하게는 2 이상이고, 매우 바람직하게는 3 이상이다.

[0131] 본 발명에 따른 액정 매질의 $589\text{nm}(\text{Na}^{\oplus})$ 및 20°C 에서의 Δn 은 바람직하게는 0.20 이상 내지 0.90 이하의 범위, 더 바람직하게는 0.25 이상 내지 0.90 이하의 범위, 더욱 더 바람직하게는 0.30 이상 내지 0.85 이하의 범위, 매우 특히 바람직하게는 0.35 이상 내지 0.80 이하의 범위이다.

[0132] 본원의 바람직한 실시양태에서, 본 발명에 따른 액정 매질의 Δn 은 바람직하게는 0.50 이상이고, 더 바람직하게는 0.55 이상이다.

[0133] 또한, 본 발명에 따른 액정 매질은 마이크로파 영역에서 높은 이방성을 특징으로 한다. 예를 들어 복굴절률은 약 8.3GHz 에서 바람직하게는 0.14 이상, 특히 바람직하게는 0.15 이상, 특히 바람직하게는 0.20 이상, 특히 바람직하게는 0.25 이상, 매우 특히 바람직하게는 0.30 이상이다. 게다가, 복굴절률은 바람직하게는 0.80 이하이다.

[0134] 그러나, 일부 실시양태에서, 음의 값의 유전 이방성을 갖는 액정도 유리하게 사용할 수 있다.

[0135] 채용되는 액정은 개별 물질이거나 혼합물이다. 이들은 바람직하게는 네마틱 상을 갖는다.

[0136] 본 발명에 따른 액정 매질 또는 적어도 하나의 화합물을 포함하는 바람직한 콤포넌트는 위상 천이기, 버택터, 안테나 어레이(예를 들어 라디오, 이동 통신, 마이크로파/레이더 및 다른 데이터 전송), '매칭 회로 적응 필터(matching circuit adaptive filter)' 등이다. 상기 정의된 바와 같은 고주파 기술용 콤포넌트가 바람직하다. 또한 상이한 인가 전압에 의해 조절될 수 있는 콤포넌트가 바람직하다. 매우 특히 바람직한 콤포넌트는 위상 천이기이다. 바람직한 실시양태에서, 복수의 위상 천이기를 기능적으로 연결하여, 예를 들어 위상-제어된 그룹 안테나를 제공할 수 있다. 그룹 안테나는 간접을 통한 번들링(bundling)을 달성하기 위해 매트릭스로 배열된 송신 또는 수신 요소의 위상 천이를 이용한다. 일렬 또는 격자 형태의 위상 천이기의 평행 어레이는, 고주파(예를 들어 기가헤르츠 영역)용 가변형 송신 또는 수신 안테나로서 작용하는 소위 '위상 어레이(phased array)'의 구성을 가능하게 한다. 본 발명에 따른 위상 어레이 안테나는 매우 넓은 사용 가능한 수신 원추(reception cone)를 갖는다.

[0137] 바람직한 용도는 자동차, 선박, 비행기, 우주 여행 및 인공위성 기술 분야에서의 유인 또는 무인 운송수단 상의 레이다 장비 및 데이터 전송 장치이다.

[0138] 적합한 콤포넌트, 특히 위상 천이기의 제조를 위해, 본 발명에 따른 액정 매질을 전형적으로 1mm 미만의 단면 및 수 센티미터의 길이를 갖는 직사각형 공동으로 도입한다. 공동은 2개의 장변을 따라 장착된 대향하는 전극들을 갖는다. 이러한 배열은 당업자에게 친숙한 것이다. 다양한 전압을 인가함으로써, 안테나의 상이한 주파수 또는 방위를 설정하기 위해 액정 매질의 유전 특성을 이후의 조작에서 조절할 수 있다.

[0139] "알킬"이란 용어는 바람직하게는 1 내지 15개 탄소 원자를 갖는 직쇄 및 분지 알킬기, 특히 직쇄기인 메틸, 에틸, 프로필, 부틸, 펜틸, 헥실 및 헙틸을 포함한다. 2 내지 10개 탄소 원자를 갖는 기가 일반적으로 바람직하다.

[0140] "알켄일"이란 용어는 바람직하게는 2 내지 15개 탄소 원자를 갖는 직쇄 또는 분지 알켄일기, 특히 직쇄기를 포함한다. 특히 바람직한 알켄일기는 C_2- 내지 $C_7-1\text{E}$ -알켄일, C_4- 내지 $C_7-3\text{E}$ -알켄일, C_5- 내지 C_7-4 -알켄일, C_6- 내지 C_7-5 -알켄일 및 C_7-6 -알켄일, 특히 C_2- 내지 $C_7-1\text{E}$ -알켄일, C_4- 내지 $C_7-3\text{E}$ -알켄일 및 C_5- 내지 C_7-4 -알켄일이다. 더 바람직한 알켄일기의 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.

- [0141] "알콕시"란 용어는 바람직하게는 화학식 $C_nH_{2n+1}-O-$ 의 직쇄 라디칼을 포함하고, 여기서 n은 1 내지 10을 나타낸다. 바람직하게는 n은 1 내지 6이다. 바람직한 알콕시 기는 예컨대 메톡시, 에톡시, n-프로포시, n-부톡시, n-펜톡시, n-헥톡시, n-옥토시, n-노녹시, 또는 n-데وك시이다.
- [0142] "옥사알킬" 또는 "알콕시알킬"이란 용어는 바람직하게는 화학식 $C_nH_{2n+1}-O-(CH_2)_m$ 의 직쇄 라디칼을 포함하고, 여기서 n 및 m은 각각 서로 독립적으로 1 내지 10을 나타낸다. 바람직하게는 n은 1이고 m은 1 내지 6이다.
- [0143] "플루오르화된 알킬 라디칼"이란 용어는 바람직하게는 단일플루오르화된 또는 다중플루오르화된 라디칼을 포함한다. 과플루오르화된 라디칼이 포함된다. CF_3 , CH_2CF_3 , CH_2CHF_2 , CHF_2 , $CHFCF_3$ 및 CF_2CHFCF_3 가 특히 바람직하다.
- [0144] 본원에서, 고주파 기술이란 1MHz 내지 1THz, 바람직하게는 1GHz 내지 500GHz, 더 바람직하게는 2GHz 내지 300GHz, 특히 바람직하게는 약 5 내지 150GHz 범위의 주파수를 갖는 용도를 가리킨다.
- [0145] 본 발명에 따른 액정 매질은 추가적인 첨가제 및 키랄 도편트를 통상의 농도로 포함할 수 있다. 상기 추가적인 성분의 총 농도는 전체 혼합물 기준으로 0% 내지 10%, 바람직하게는 0.1% 내지 6%의 범위이다. 사용되는 개별 화합물의 농도는 각각 바람직하게는 0.1% 내지 3%의 범위이다. 이를 및 유사한 첨가제의 농도는 본원에서 액정 매질의 액정 성분 및 액정 화합물의 값 및 농도 범위를 표기할 때는 고려하지 않는다.
- [0146] 본 발명에 따른 액정 매질은 복수의 화합물, 바람직하게는 3 내지 30종, 더 바람직하게는 4 내지 20종, 매우 바람직하게는 4 내지 16종의 화합물로 구성된다. 상기 화합물들은 통상적인 방법으로 혼합된다. 일반적으로, 소량으로 사용되는 화합물의 목적하는 양을 다량으로 사용되는 화합물에 용해시킨다. 고농도로 사용되는 화합물의 등명점보다 온도가 높을 경우, 용해 과정의 완료를 관찰하는 것이 특히 용이하다. 그러나, 상기 매질을 다른 통상적인 방식, 예를 들어, 예컨대 화합물의 동족 또는 공정(eutectic) 혼합물일 수 있는 소위 프리-믹스(pre-mix)를 사용하거나, 또는 그 콤포넌트 자체가 즉시 사용할 수 있는 혼합물인 소위 "멀티보틀(multibottle)" 시스템을 사용하여 제조하는 것도 가능하다.
- [0147] 예를 들어 액정의 용융점 $T(C,N)$ 또는 $T(C,S)$, 스멕틱(S) 상으로부터 네마틱(N) 상으로의 전이 온도 $T(S,N)$ 및 등명점 $T(N,I)$ 와 같은 모든 온도는 섭씨 온도로 표기된다. 모든 온도 차이는 도차(differential degree)로 표기된다.
- [0148] 본원에서, 고주파 기술이란 1MHz 내지 1THz, 바람직하게는 1GHz 내지 500GHz, 더 바람직하게는 2GHz 내지 300GHz, 특히 바람직하게는 약 5 내지 150GHz 범위의 주파수를 갖는 용도를 가리킨다. 상기 용도는 바람직하게는 '위상 어레이' 모듈이 송수신 안테나에 사용될 수 있는 통신 전송에 적합한 마이크로파 스펙트럼 또는 인접하는 영역에 있다.
- [0149] 본원 및 특히 하기 실시예에서, 액정 화합물의 구조는 머리글자로 기재되며, 여기서 화학식으로의 변형은 하기 표 A 및 B에 따라 수행된다. 모든 라디칼 C_nH_{2n+1} 및 C_mH_{2m+1} 및 C_lH_{2l+1} 는 각각 n 및 m개의 C 원자를 갖는 직쇄 알킬 라디칼을 나타내고, n, m 및 l는 정수이고, 바람직하게는 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 또는 12를 나타낸다. 표 B의 코드는 그 자체로 자명하다. 표 A에서는, 단지 모 구조에 대한 머리글자만이 기재되어 있다. 개별 경우에서, 모 구조에 대한 머리글자 다음에 -(dash)에 의해 분리된 치환기 R^{1*} , R^{2*} , L^{1*} 및 L^{2*} 에 대한 코드가 뒤따른다:

$R^{1*}, R^{2*}, L^{1*}, L^{2*}$
 L^{3*} 에 대한 코드

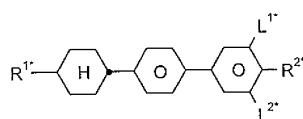
	R^{2*}	L^{1*}	L^{2*}
nm	C_nH_{2n+1}	C_mH_{2m+1}	H H
nOm	C_nH_{2n+1}	OC_mH_{2m+1}	H H
nO.m	OC_nH_{2n+1}	C_mH_{2m+1}	H H
n	C_nH_{2n+1}	CN	H H
nN.F	C_nH_{2n+1}	CN	F H
nN.F.F	C_nH_{2n+1}	CN	F F
nF	C_nH_{2n+1}	F	H H
nCl	C_nH_{2n+1}	Cl	H H
nOF	OC_nH_{2n+1}	F	H H
nF.F	C_nH_{2n+1}	F	F H
nF.F.F	C_nH_{2n+1}	F	F F
nOCF ₃	C_nH_{2n+1}	OCF ₃	H H
nOCF ₃ .F	C_nH_{2n+1}	OCF ₃	F H
n-Vm	C_nH_{2n+1}	-CH=CH-C _m H _{2m+1}	H H
nV-Vm	$C_nH_{2n+1}-CH=CH-$	-CH=CH-C _m H _{2m+1}	H H

[0150]

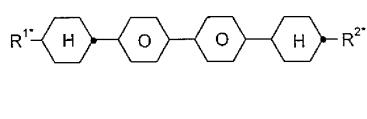
적합한 혼합물 성분들이 하기 표 A 및 B에 기재되어 있다.

[0152]

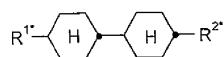
[표 A]



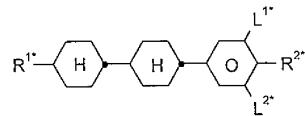
BCH



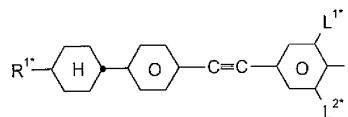
CBC



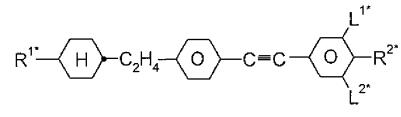
CCH



CCP

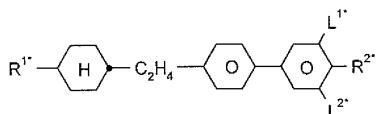
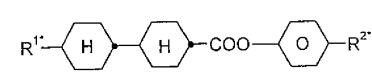
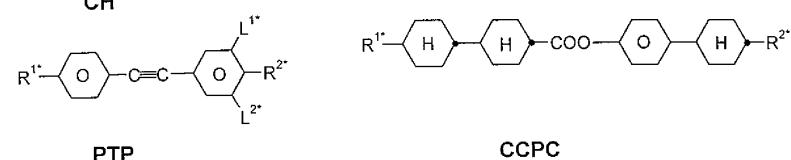
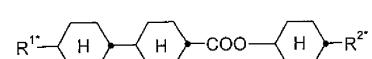
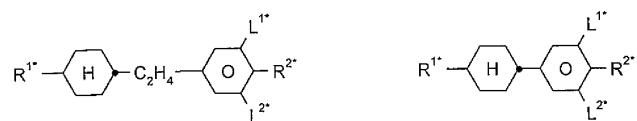
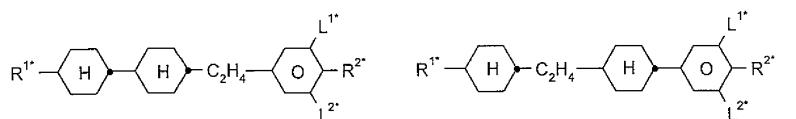


CPTP

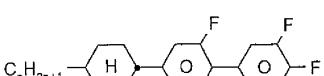
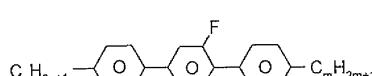
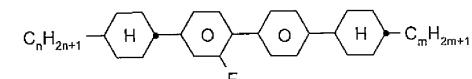


CEPTP

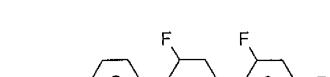
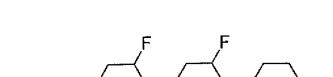
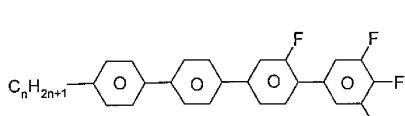
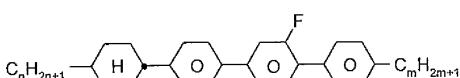
[0153]



[0154]



[0156]



[0157]

하기] 실시예는 본 발명을 어떠한 방식으로도 제한함이 없이 예시하는 것이다.

[0158] 그러나, 당업자에게는 물성으로부터 어떤 특성이 달성될 수 있고 어떠한 범위로 이들이 조정될 수 있는 지가 명백해진다. 특히, 바람직하게 달성될 수 있는 다양한 특성의 조합이 당업자에게는 이와 같이 잘 정의된다.

[0160]

실시예

[0161]

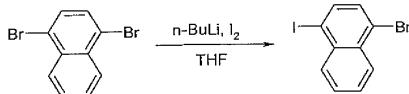
사용되는 아세틸렌이 상업적으로 입수가능하지 않는 경우 표준 실험실 절차에 의해 합성한다.

[0162]

합성 실시예:

[0163]

1) 1-요오도-4-브로모나프탈렌의 합성

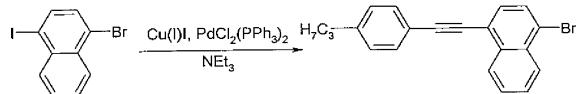


[0164]

100 g(350 mmol)의 1,4-다이브로모나프탈렌을 초기에 1:1의 THF에 도입하고, -70°C 로 냉각시키고, 235 mL의 $n\text{-BuLi}$ (헥산 중 1.6 M, 370 mmol)를 적가하였다. 1시간 후, 250 mL의 THF 중의 I_2 (406 mmol) 103 g을 적가하고, 그 혼합물을 추가 2시간 동안 -70°C 에서 교반하고, 0°C 로 가온시키고, 50 mL(644 mmol)의 NaHSO_3 수용액($w = 39\%$)을 첨가하여 켄칭하였다. 상들을 분리하고, 수성 상을 MTB로 1회 추출하였다. 합친 유기 상을 포화 나트륨 클로라이드 용액으로 세척하고, 나트륨 설페이트 상에서 건조시키고, 여과하고, 회전 증발기에서 증발시켰다. 잔류물을 컬럼 크로마토그래피(SiO_2 , 헵탄)로 정제하고, 추가 정제를 이소프로판올로부터의 재결정화에 의해 수행하여, 1-요오도-4-브로모나프탈렌을 황색 고체로서 수득하였다.

[0166]

2) 1-브로모-4-(4-n-프로필페닐에틴일)나프탈렌의 합성

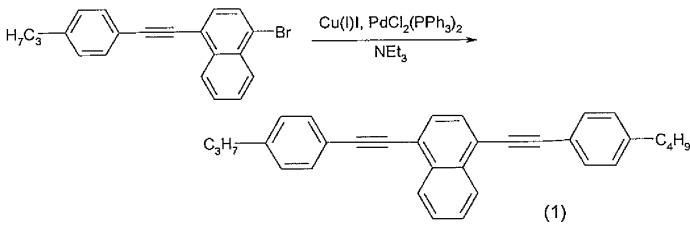


[0167]

15.3 g(43.6 mmol)의 1-요오도-4-브로모나프탈렌 및 7.25 g(5.3 mmol)의 4-n-프로필페닐아세틸렌을 초기에 200 mL의 NEt_3 에 도입하고, 170 mg(0.9 mmol)의 구리(I) 요오다이드 및 600 mg(0.9 mmol)의 비스(트라이페닐포스핀)팔라듐(II) 클로라이드를 첨가하고, 그 혼합물을 30분 동안 환류시켰다. 배취를 냉각시키고, 물 및 헵탄을 첨가하고, 상들을 분리시켰다. 유기 상을 포화 나트륨 클로라이드 용액으로 세척하고, 나트륨 설페이트 상에서 건조시키고, 여과하고, 회전 증발기에서 증발시켰다. 잔류물을 컬럼 크로마토그래피(SiO_2 , 헵탄)로 정제하고, 추가 정제를 이소프로판올로부터의 재결정화에 의해 수행하였다.

[0169]

3) 1-(4-n-부틸페닐에틴일)-4-(4-n-프로필페닐에틴일)나프탈렌의 합성



[0170]

2.35 g(6.3 mmol)의 1-브로모-4-(4-n-프로필페닐에틴일)나프탈렌 및 1.33 g(8.4 mmol)의 4-n-부틸페닐아세틸렌을 초기에 40 mL의 NEt_3 에 도입하고, 60 mg(0.3 mmol)의 구리(I) 요오다이드 및 200 mg(0.3 mmol)의 비스(트라이페닐포스핀)팔라듐(II) 클로라이드를 첨가하고, 그 혼합물을 18시간 동안 환류시켰다. 배취를 냉각시키고, 물 및 헵탄을 첨가하고, 상들을 분리시켰다. 유기 상을 포화 암모늄 클로라이드 용액으로, 이어서 포화 나트륨 클로라이드 용액으로 세척하고, 나트륨 설페이트 상에서 건조시키고, 여과하고, 회전 증발기에서 증발시켰다. 화합물(1)의 잔류물을 컬럼 크로마토그래피(SiO_2 , 헵탄)로 정제하고, 추가 정제를 이소프로판올로부터의 재결정화에 의해 수행하였다.

[0172]

MS (EI): m/e (%) = 426 (100, M^+), 397 (11, $[\text{M} - \text{에틸}]^+$), 383 (16, $[\text{M} - \text{프로필}]^+$), 354 (18, $[\text{M} - \text{에틸-프}$

로필]⁺), 177 (14, [M - 에틸-프로필]²⁺).

$\Delta\epsilon = +1.7$

$\Delta n = 0.42$

$\gamma_1 = 1283 \text{ mPa}\cdot\text{s}$

C 78 N 191 I

[0173]

[0174]

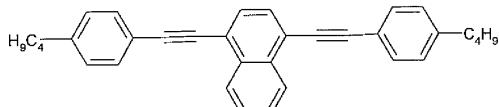
하기의 것들을 유사하게 합성하였다:

[0175]

4) 1,4-비스(4-n-부틸페닐에틴일)나프탈렌(1)

[0176]

1,4-다이브로모나프탈렌 및 2 당량의 4-n-부틸페닐아세틸렌으로부터 표제 화합물을 실시에 3과 유사하게 제조하였다.



(1)

[0177]

MS (EI): m/e (%) = 440 (100, M⁺), 397 (31, [M - 프로필]⁺), 354 (21, [M - 프로필-프로필]⁺), 177 (9, [M - 프로필-프로필]²⁺).

$\Delta\epsilon = +1.2$

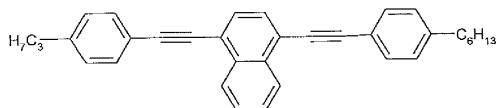
$\Delta n = 0.41$

$\gamma_1 = 1433 \text{ mPa}\cdot\text{s}$

C 75 N 176 I

[0179]

5) 1-(4-n-헥실페닐에틴일)-4-(4-n-프로필페닐에틴일)나프탈렌



[0181]

MS (EI): m/e (%) = 454 (100, M⁺), 425 (8, [M - 에틸]⁺), 383 (22, [M - 펜틸]⁺), 354 (20, [M - 펜틸-에틸]⁺), 177 (7, [M - 펜틸-에틸]²⁺).

$\Delta\epsilon = +1.2$

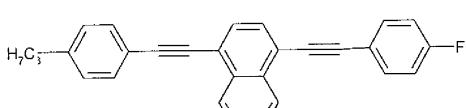
$\Delta n = 0.41$

$\gamma_1 = 2067 \text{ mPa}\cdot\text{s}$

C 63 N 172 I

[0183]

6) 1-(4-플루오로페닐에틴일)-4-(4-n-프로필페닐에틴일)나프탈렌



[0185]

[0186] MS (EI): m/e (%) = 388 (100, M^+), 359 (55, $[M - \text{에틸}]^+$), 179.5 (14, $[M - \text{에틸}]^{2+}$).

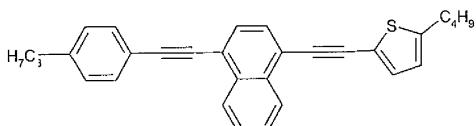
$\Delta\epsilon = +5.2$

$\Delta n = 0.43$

$\gamma_1 = 1782 \text{ mPa}\cdot\text{s}$

[0187] C 103 N 188 I

[0188] 7) 1-(5-부틸티오페닐-2-에틴일)-4-(4-n-프로필페닐에틴일)나프탈렌



[0189]

[0190] MS (EI): m/e (%) = 432 (100, M^+), 389 (44, $[M - \text{프로필}]^+$), 360 (14, $[M - \text{프로필-에틸}]^+$), 180 (14, $[M - \text{프로필-에틸}]^{2+}$).

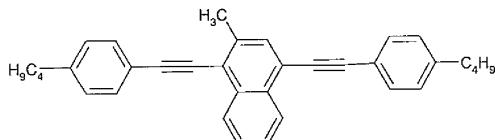
$\Delta\epsilon = +2.2$

$\Delta n = 0.44$

$\gamma_1 = 1353 \text{ mPa}\cdot\text{s}$

[0191]

[0192] 8) 1,4-비스(4-n-부틸페닐에틴일)-2-메틸나프탈렌



[0193]

[0194] MS (EI): m/e (%) = 454 (100, M^+), 411 (21, $[M - \text{프로필}]^+$), 368 (8, $[M - \text{프로필-프로필}]^+$), 184 ($[M - \text{프로필-프로필}]^{2+}$).

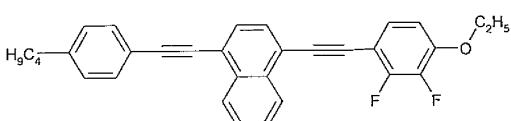
$\Delta\epsilon = +1.2$

$\Delta n = 0.40$

$\gamma_1 = 3157 \text{ mPa}\cdot\text{s}$

[0195]

[0196] 9) 1-(2,3-다이플루오로-4-에톡시페닐에틴일)-4-(4-n-부틸페닐에틴일)나프탈렌



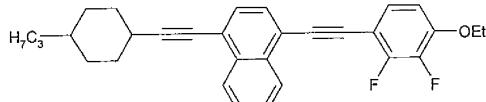
[0197]

[0198] MS (EI): m/e (%) = 464 (100, M^+), 435 (12, $[M - \text{에틸}]^+$), 421 (10, $[M - \text{프로필}]^+$), 392 (13, $[M - \text{프로필-에틸}]^+$), 196.5 (6, $[M - \text{프로필-에틸}]^{2+}$).

$\Delta\epsilon = -3.3$
 $\Delta n = 0.42$
 $\gamma_1 = 2035 \text{ mPa}\cdot\text{s}$
C 126 N 221 I

[0199]

[0200] 10) 1-(2,3-다이플루오로-4-에톡시페닐에탄일)-4-(트랜스-4-n-프로필사이클로헥실에탄일)나프탈렌



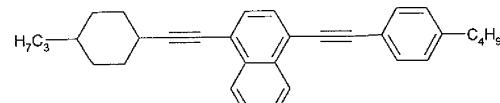
[0201]

[0202] MS (EI): m/e (%) = 456 (100, M⁺), 360 (27), 331 (10).

$\Delta\epsilon = -4.0$
 $\Delta n = 0.30$
 $\gamma_1 = 1776 \text{ mPa}\cdot\text{s}$
C 123 N 216 I

[0203]

[0204] 11) 1-(4-n-부틸페닐에탄일)-4-(트랜스-4-n-프로필사이클로헥실에탄일)나프탈렌



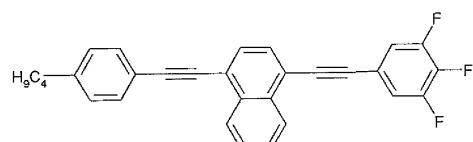
[0205]

[0206] MS (EI): m/e (%) = 432 (100, M⁺), 336 (29), 291 (17), 279 (13), 265 (11).

$\Delta\epsilon = +1.6$
 $\Delta n = 0.28$
 $\gamma_1 = 1749 \text{ mPa}\cdot\text{s}$
C 80 N 171 I

[0207]

[0208] 12) 1-(3,4,5-트라이플루오로페닐에탄일)-4-(4-n-부틸페닐에탄일)나프탈렌



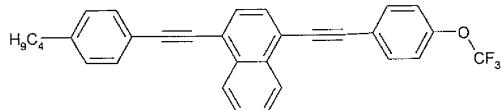
[0209]

[0210] MS (EI): m/e (%) = 438 (100, M⁺), 395 (72, [M - 프로필]⁺).

$\Delta\epsilon = +12.2$
 $\Delta n = 0.37$
 $\gamma_1 = 964 \text{ mPa}\cdot\text{s}$
C 105 N 105.1 I

[0211]

[0212]

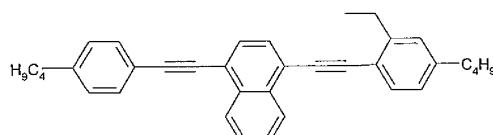
13) 1-(4-트라이플루오로메톡시페닐에탄일)-4-(4-n-부틸페닐에탄일)나프탈렌

[0213]

[0214] MS (EI): m/e (%) = 468 (100, M⁺), 425 (58, [M - 프로필]⁺). $\Delta\epsilon = +6.7$ $\Delta n = 0.38$ $\gamma_1 = 1042 \text{ mPa}\cdot\text{s}$

[0215]

C 96 SmA (82) N 176 I

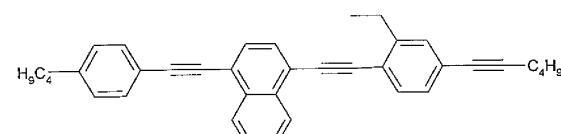
14) 1-(2-에틸-4-n-부틸페닐에탄일)-4-(4-n-부틸페닐에탄일)나프탈렌

[0217]

[0218] MS (EI): m/e (%) = 468 (100, M⁺), 425 (17, [M - 프로필]⁺). $\Delta\epsilon = +1.1$ $\Delta n = 0.39$ $\gamma_1 = 1634 \text{ mPa}\cdot\text{s}$

[0219]

Tg -41 C 76 N 105 I

15) 1-(2-에틸-4-[1-헥신일]페닐에탄일)-4-(4-n-부틸페닐에탄일)나프탈렌

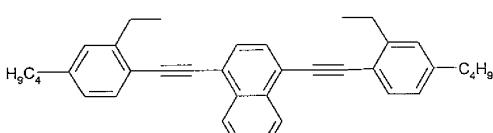
[0221]

[0222] MS (EI): m/e (%) = 492 (100, M⁺), 449 (8, [M - 프로필]⁺). $\Delta\epsilon = +0.8$ $\Delta n = 0.47$ $\gamma_1 = 6858 \text{ mPa}\cdot\text{s}$

[0223]

Tg -33 C 87 N 103 I

[0224]

16) 1,4-비스(2-에틸-4-n-부틸페닐에탄일)나프탈렌

[0225]

[0226] MS (EI): m/e (%) = 496 (100, M^+), 453 (10, $[M - \text{프로필}]^+$), 205 (10, $[M - \text{프로필-프로필}]^{2+}$).

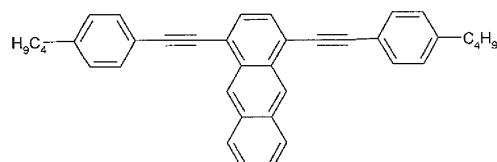
$\Delta\epsilon = +0.7$

$\Delta n = 0.37$

$\gamma_1 = 2394 \text{ mPa}\cdot\text{s}$

Tg -45 C 61 N (41) I

[0228] 17) 1,4-비스(4-n-부틸페닐에틴일)안트라센



[0229]

[0230] MS (EI): m/e (%) = 490 (100, M^+), 447 (21, $[M - \text{프로필}]^+$), 404 (18, $[M - \text{프로필-프로필}]^+$), 245 (5, M^{2+}), 202 (10, $[M - \text{프로필-프로필}]^{2+}$).

$\Delta\epsilon = +1.1$

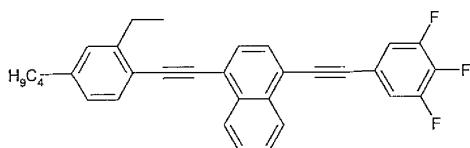
$\Delta n = 0.39$

$\gamma_1 = 5327 \text{ mPa}\cdot\text{s}$

C 132 N (111) I

[0231]

[0232] 18) 1-(3,4,5-트라이플루오로페닐에틴일)-4-(2-에틸-4-n-부틸페닐에틴일)나프탈렌



[0233]

[0234] MS (EI): m/e (%) = 466 (100, M^+), 423 (72, $[M - \text{프로필}]^+$), 408 (30, $[M - \text{프로필-메틸}]^+$).

$\Delta\epsilon = +9.6$

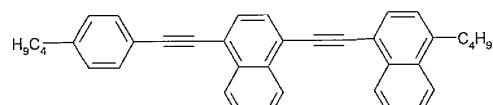
$\Delta n = 0.36$

$\gamma_1 = 1630 \text{ mPa}\cdot\text{s}$

C 122 I

[0235]

[0236] 19) 1-(4-부틸나프틸에틴일)-4-(4-n-부틸페닐에틴일)나프탈렌



[0237]

[0238] MS (EI): m/e (%) = 490 (100, M^+), 447 (66, $[M - \text{프로필}]^+$), 404 (28, $[M - \text{프로필-프로필}]^+$), 202 (18, $[M - \text{프로필-프로필}]^{2+}$).

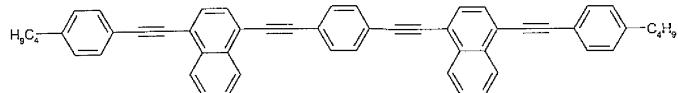
$\Delta\epsilon = +0.9$ $\Delta n = 0.40$ $\gamma_l = 5261 \text{ mPa}\cdot\text{s}$

C 114 N (110) I

[0239]

[0240]

20) 1,4-비스[4-(4'-부틸페닐에틴일)나프탈에틴일]벤젠



[0241]

[0242]

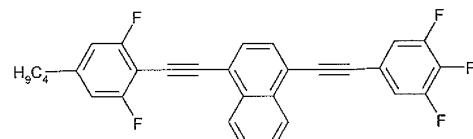
MS (EI): m/e (%) = 690 (100, M^+), 647 (13, $[M - \text{프로필}]^+$), 604 (7, $[M - \text{프로필-프로필}]^+$), 302 (25, $[M - \text{프로필-프로필}]^{2+}$).

[0243]

C 187 N 310 I

[0244]

22) 1-(3,4,5-트라이플루오로페닐에틴일)-4-(2,6-다이플루오로-4-n-부틸-페닐에틴일)나프탈렌



[0245]

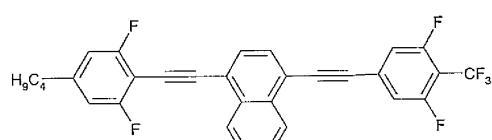
[0246] MS (EI): m/e (%) = 474 (100, M^+), 431 (55, $[M - \text{프로필}]^+$). $\Delta\epsilon = +16.8$ $\Delta n = 0.37$

C 126 N (122) I

[0247]

[0248]

23) 1-(4-트라이플루오로메틸-3,5-다이플루오로페닐에틴일)-4-(2,6-다이플루오로-4-n-부틸페닐에틴일)나프탈렌



[0249]

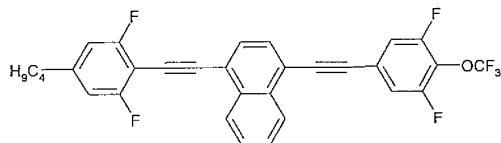
[0250] MS (EI): m/e (%) = 524 (100, M^+), 481 (69, $[M - \text{프로필}]^+$). $\Delta\epsilon = +24.9$ $\Delta n = 0.36$ $\gamma_l = 759 \text{ mPa}\cdot\text{s}$

C 136 I

[0251]

[0252]

24) 1-(4-트라이플루오로메톡시-3,5-다이플루오로페닐에틴일)-4-(2,6-다이플루오로-4-n-부틸페닐에틴일)나프탈렌

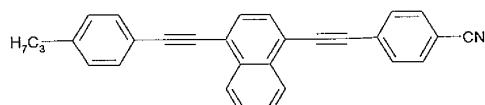


[0253]

MS (EI): m/e (%) = 540 (100, M^+), 497 (43, $[M - \text{프로필}]^+$), 428 (11, $[M - \text{프로필-트라이플루오로메톡시}]^+$).

C 127 N (125) L

25) 1-(4-사이아노페닐에틸일)-4-(4-n-프로필페닐에틸일)나프탈렌

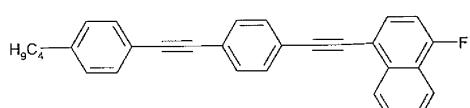


[0257]

MS (EI): m/e (%) = 395 (100, M^+), 366 (56, $[M - \text{에틸}]^+$), 183 (12, $[M - \text{에틸}]^{2+}$).

C 150 N 250 I

26) 1-(4-플루오로나프티에팅일)-4-(4-n-부틸페닐에팅일)벤제



[0261]

MS (EI): m/e (%) = 402 (100, M⁺), 359 (62, [M - 프로필]⁺), 179.5 (18, [M - 프로필]²⁺).

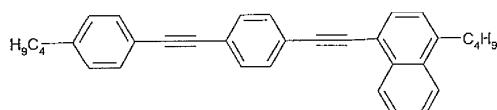
$$\Delta\varepsilon = +5.5$$

$$\Delta n = 0.39$$

$$\gamma_1 = 1140 \text{ mPa}\cdot\text{s}$$

[0263]

27) 1-(4-n-부틸나프틸에텐일)-4-(4-n-부틸페닐에텐일)벤젠



[0265]

MS (EI): m/e (%) = 440 (100, M^+), 397 (52, $[M - \text{프로필}]^+$), 354 (20, $[M - \text{프로필-프로필}]^+$), 177 (22, $[M - \text{프로필-프로필}]^{2+}$)

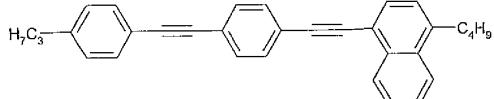
$$\Delta S \equiv \pm 2.0$$

$$\Delta n = 0.38$$

$$\gamma_1 = 1438 \text{ mPa}\cdot\text{s}$$

502/673

[0268] 28) 1-(4-n-프로필나프틸에틴일)-4-(4-n-부틸페닐에틴일)벤젠



[0269]

[0270] MS (EI): m/e (%) = 426 (100, M^+), 383 (52, $[M - \text{프로필}]^+$), 354 (18, $[M - \text{프로필-에틸}]^+$), 177 (22, $[M - \text{프로필-에틸}]^{2+}$).

$$\Delta\epsilon = +1.9$$

$$\Delta n = 0.39$$

$$\gamma_1 = 1820 \text{ mPa}\cdot\text{s}$$

$$C 109 N 154 I$$

[0271]

[0272] 혼합물 실시예 1

[0273] 하기 표에 기재된 바와 같은 조성 및 특성을 갖는 액정 혼합물 M-1을 제조하였다. 성분 (1)은 합성 실시예 4)로부터 수득한 화합물이다.

조성		물성		
화합물		T(N,I)	$= 103 \text{ }^\circ\text{C}$	
번호	약어			
1	BCH-3F.F	10.8%		
2	BCH-5F.F	9.00%	$\Delta n (20^\circ\text{C}, 589.3 \text{ nm}) = 0.130$	
3	ECCP-30CF3	4.50%		
4	ECCP-50CF3	4.50%		
5	CBC-33F	1.80%	$\Delta\epsilon (20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz}) = 5.0$	
6	CBC-53F	1.80%		
7	CBC-55F	1.80%		
8	PCH-6F	7.20%		
9	PCH-7F	5.40%		
10	CCP-20CF3	7.20%		
11	CCP-30CF3	10.8%		
12	CCP-40CF3	6.30%		
13	CCP-50CF3	9.90%		
14	PCH-5F	9.00%		
15	(1)	10.0%		
Σ		100.0%		

[0274]

[0275] a) 액정 혼합물은 마이크로파 영역에서의 제품, 특히 위상 천이기('위상 어레이')에 매우 적합하다. 재료 품질 (η)은 통상적인 혼합물에 비해 증가되어 있다.

[0276] 비교를 위해, 성분 (1)이 없는 혼합물 C-1을 M-1의 화합물 1 내지 14로부터 제조하였고, 여기서 화합물 1 내지 14는 동일한 상대량으로 존재하였다.

[0277]

표: 19GHz(20°C)에서의 혼합물 M-1 및 C-1의 특성

혼합물	$\epsilon_{r, }$	$\epsilon_{r,\perp}$	τ	$\tan \delta_{\epsilon_{r, }}$	$\tan \delta_{\epsilon_{r,\perp}}$	η
M-1	2.60	2.34	0.101	0.0041	0.0127	7.95
C-1	2.49	2.30	0.079	0.0048	0.0139	5.70

[0278]

[0279] 조정능(τ) 및 재료 품질(η)이 혼합물 C-1에 비해 개선되었다.

[0280]

본 설명에 따른 본 발명의 실시양태의 추가적인 조합 및 변형도 또한 이하의 특허청구범위로부터 발생한다.