(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0105427
(43) 공개일자 2008년12월04일

(51) Int. Cl.
G06F 17/10 (2006.01) *G06F 9/455* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0052996
(22) 출원일자 2007년05월31일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
(72) 발명자
원태영
서울 강남구 대치동 506 선경아파트 7-504
이기동
부산 해운대구 좌동 1298번지 건영2차 110동 1001
신우정
인천 동구 송림1동 220-6

전체 청구항 수 : 총 3 항

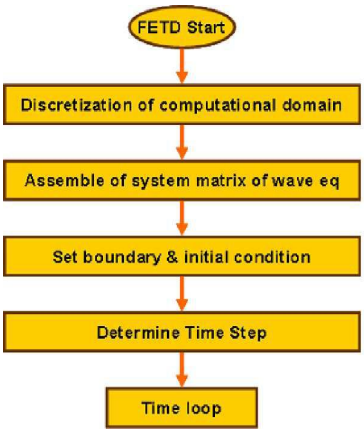
(54) 액정셀에서의 전기 광학적 해석을 위한 시뮬레이션 방법

(57) 요 약

본 발명은 액정표시소자에 관한 것으로서, 액정셀을 해석함에 있어서 액정의 전기 광학적 투과 특성을 분석하기 위한 방법 및 시스템에 관한 것이다. 액정의 전기 광학적 해석에 있어서 전자기파의 전파특성을 해석할 수 있는 유한요소 시간영역법에 대한 모델링과 구조해석 과정을 거치는데 전자기파의 문제는 맥스웰 방정식과 경계 조건의 적용으로 해석하고 기하 구조가 간단한 경우에는 정확한 해를 구할 수 있지만 실질적으로 매우 극소수만이 이 경우에 해당하므로 대부분의 매질의 경우 복잡한 경계면에서의 산란현상, 감쇄매질에서의 감쇄현상 그리고 비등방성 매질에서의 위상지연 현상등과 같은 복잡한 해석이 요구되며 이는 컴퓨터상에서만 근사 해를 구할 수 있다.

따라서 본 발명은 복잡한 전자기파의 전파특성을 해석하기 위해 유한요소시간영역법(FETD)을 활용하여 맥스웰 방정식의 시변 전자계 유도 법칙인 패러데이 법칙과 암페어 법칙으로부터 유도되는 헬모츠 방정식을 적용한다. 이 방정식에 벡터유한요소법을 적용하여 공간에 대한 이산화를 수행하였고 물리적인 매질의 경계조건과 가상의 흡수 경계조건을 적용하여 컴퓨터 코드화 하였다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

다양한 액정셀의 전기 광학적 투과 특성을 분석하기 위한 광투과 특성 시스템.

청구항 2

전자기파의 수치해석 모델링에 있어 공간에 대한 시스템 행렬 성분의 유한요소시간영역법의 수치해석 알고리즘.

청구항 3

전자기파의 수치해석 모델링에 있어 공간에 알고리즘 적용후 적용되는 시간에 대한 루프 알고리즘.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<5> 본 발명은 액정 표시 장치에 사용하는 액정셀의 광투과 특성 분석을 위한 시뮬레이션 방법에 관한 것이다. 종래의 액정셀의 광투과율 계산은 비등방성인 액정셀을 분리된 여러 층으로 나누어 각 층을 균일한 매질로 생각하고 각 층에 대한 전파행렬을 구하고 그로부터 전체 액정셀의 투과행렬을 구하여 투과율을 계산하는 방법을 사용하고 있다. 액정의 각층의 전파 행렬을 기술하는 방법에는 존스 행렬 방법과 베르만 행렬 방법을 사용하며, 존스 행렬 방법은 단순하고 직관적이며 계산하기 쉽고 계산속도가 빠르지만 층상 구조의 경계면에서 빛이 반사되는 것은 무시하므로 빛이 수직으로 들어오는 경우에 주로 사용하는 반면에 베르만 행렬 방법은 빛이 비스듬히 들어오는 경우에도 해석이 가능하기 때문에 좀 더 정확한 액정의 광투과 해석을 할 수 있다. 그러나 위의 두 가지 방법들은 계산 속도에 그 문제점이 지적되고 있고 안정적인 계산 알고리즘을 세울 수 없는 문제 등 개선의 여지가 있다. 따라서 액정의 광투과 특성 분석을 함에 있어서 좀더 정확하고 계산속도가 빠른 해석 방법과 시스템이 필요시되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<6> 따라서, 본 발명의 제1 목적은 액정셀의 광투과 특성 분석 시스템을 제공함에 있다.

<7> 본 발명의 제2 목적은 상기 제1 목적에 부가하여, 액정셀의 광투과 해석을 함에 있어서 좀 더 최적화된 방법을 제고함에 있다.

발명의 구성 및 작용

<8> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에서는 전자기파의 전파특성 해석을 모델링 하기 위해 맥스웰 방정식으로부터 유도되는 벡터 파동 방정식을 도입하였다. 유한요소시간영역법은 임의의 3차원 구조에 대한 시변 전자기파의 동적응답특성해석을 위해 효율적으로 접근할 수 있고 기본이 되는 맥스웰의 회전 방정식을 통해 수치해석 적으로 기술하는 방법이다.

수학식 1

<9> $$\nabla \times \vec{E} = \mu \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$$

수학식 2

$$\nabla \times \vec{H} = \varepsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \sigma \vec{E} + \vec{J}_{imp}$$

<10>

<11> 맥스웰 회전 방정식은 암페어의 폐회로 법칙과 패러데이의 전자계 유도법칙을 정리한 방정식으로, 수학식1과 수학식2와 같다.

<12> 유한요소시간영역법은 이 두 법칙으로부터 유도되는 벡터 파동방정식을 지배방정식으로 가진다. 수학식1에 공간에 대한 회전미분을 취하거나 수학식2에 시간에 대한 미분을 취하면 수학식3과 같은 지배방정식을 얻을 수 있다.

수학식 3

$$\nabla \times \frac{1}{\mu} \nabla \times \vec{E} + \sigma \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \varepsilon \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0$$

<13>

<14> 유한요소시간영역법은 이 지배방정식을 이용하여 시간영역에서 일정량의 시간 간격을 두고 전체 해석공간에서의 시변 전계값을 계산하는 메쉬 기반 기술이다. 또한, 유한요소시간영역법은 최근 복잡한 경계면의 전자계 산란 특성해석이나 등방성 매질 비등방성 매질 등 다양한 매질의 전자계 해석이 가능할 뿐만 아니라 그리드 기반의 유한차분시간영역법 보다 정확하며 구조의 이산화에 우수성을 가진다.

<15> 도1은 유한요소시간영역법의 수치해석 알고리즘을 시스템 행렬성분의 구현 알고리즘으로 구성한 것이다. 해석영역에 대해 입사파의 파장을 10~20번 샘플링할 수 있도록 메쉬 사이즈를 결정하여 이산화하고 유한요소정식화에 따라 시스템 행렬 성분을 조립한다. 시스템 행렬 시스템이 조립된 후 해석영역 내에 완전도체가 존재할 경우 완전도체조건을 부여한 후 메쉬 사이즈와 매질내의 입사파의 위상속도를 고려하여 시간증분을 결정한다. 여기까지의 단계는 단 한번만 실행이 된다.

<16> 도2는 공간에 대한 알고리즘이 적용된 후 시간에 대한 루프가 적용되는 것을 보여준다. 외부에서 입사파가 해석영역 내부로 입사되므로 입사되는 면에 입사파를 여기 시킨다. 초기 시간에 모든 해석공간의 전계 값은 “0”이며 입사파의 인가에 의해 각 시간 단계 마다 해석영역 전체의 전계 값을 구한다. 현재 시간 단계가 최종시간보다 작으면 시간 루프문을 계속 반복하면서 전계 값을 구하고 그렇지 않으면 프로그램을 종료한다.

<17> 본 발명에서 적용된 흡수경계조건에 대한 무한영역으로의 전파 효과를 검증하기 위해 비유전율이 1.0이고 도전율이 0.0 S/m인 자유공간에서 전자기파의 전파특성을 해석하였다. 시뮬레이션 영역은 가로, 세로, 높이가 각각 10cm, 10cm, 30cm 이다. 입사파는 펄스 시간폭이 100ps이고 크기가 10 m/V인 가우시안 펄스파를 이용하였다. 외부에서 펄스파가 해석영역 내부로 입사되는 경우를 고려하여 z=0인 경계면에 입사하였다. 따라서 해석영역 내부의 모든 전계의 초기값은 “0”이 된다. 입사파는 입사면에 강제조건을 이용하여 구현하였다.

<18> 도3은 제시된 입사파와 경계조건으로부터 유한요소시간영역법을 이용하여 시간에 대해 무한 공간으로 진행하는 가우시안 펄스파의 3차원 해석결과이다. 도3a는 시간이 0.56 ns, 도3b는 시간이 0.98 ns, 도3c는 시간이 1.26 ns, 도3d는 시간이 1.49 ns 일 때의 해석결과를 각각 보여준다.

<19> 도4는 흡수경계조건을 적용했을 때 무한공간으로의 전파효과를 확인하기 위해 시간에 따른 전계 값을 도시하였다. 흡수경계조건을 적용하지 않았을 때 관찰점을 지나간 펄스파가 1.25 ns의 시간에 입사파와 동일한 펄스폭과 크기를 가지고 경계면에 반사되어 되돌아오는 것이 확인되었다. 이 반사파는 물리적으로 의미가 없는 수치적 반사 성분임을 주목해야한다. 반면에 흡수경계조건이 적용되었을 경우 반사파가 되돌아오지 않으며 무한공간으로 전파하였음을 결과를 통해 확인하였다.

<20> 전술한 내용은 후술할 발명의 특허 청구 범위를 더욱 잘 이해할 수 있도록 본 발명의 특징과 기술적 장점을 다소 폭넓게 개설하였다. 본 발명의 특허 청구 범위를 구성하는 부가적인 특징과 장점들은 이하에서 상술 될 것이다. 개시된 본 발명의 개념과 특정 실시예는 본 발명과 유사 목적을 수행하기 위한 다른 구조의 설계나 수정의 기본으로 즉시 사용될 수 있음이 당해 기술 분야의 숙련된 사람들에 의해 인식되어야 한다.

<21> 또한, 본 발명에서 개시된 발명 개념과 실시예가 본 발명의 동일 목적을 수행하기 위하여 다른 구조로 수정하거나 설계하기 위한 기초로서 당해 기술 분야의 숙련된 사람들에 의해 사용될 수 있을 것이다. 또한, 당해 기술 분야의 숙련된 사람에 의한 그와 같은 수정 또는 변경된 등가 구조는 특허 청구 범위에서 기술한 발명의 사상이나 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변화, 치환 및 변경이 가능하다.

발명의 효과

<22> 이상과 같이, 본 발명은 맥스웰 방정식과 경계 조건의 적용으로 액정의 전기 광학적 해석에 있어서 전자기파의 전파특성을 해석할 수 있는 유한요소시간영역법에 대한 모델링과 구조해석 과정을 할 수 있게 한다. 그 결과 액정셀의 전기광학적 특성을 최적화 시켜 제품의 설계 및 개발시간, 개발비용의 단축 및 절감을 제공함에 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도1은 본 발명에 따른 유한요소시간영역법에서의 시스템행렬 구성 알고리즘을 보여주는 도면.

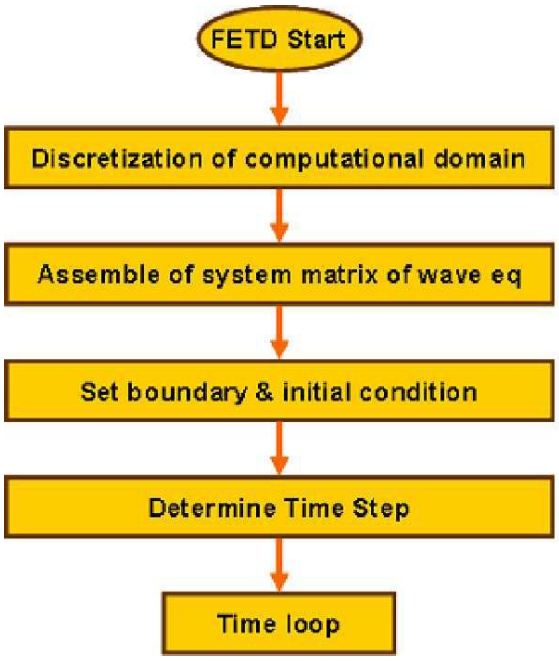
<2> 도2는 본 발명에 따른 공간에 대한 알고리즘이 적용된 후 시간에 대한 루프가 적용되는 것을 보여주는 도면.

<3> 도3은 본 발명에 따른 흡수경계조건에 대한 무한영역으로의 전파효과 검증을 보여주는 도면. 도3a, 도3b, 도3c, 도3d는 각각 시간이 0.56 ns, 0.98 ns, 1.26 ns, 1.49 ns 일 때의 가우시안 펄스파의 진행 모습을 보여주는 도면.

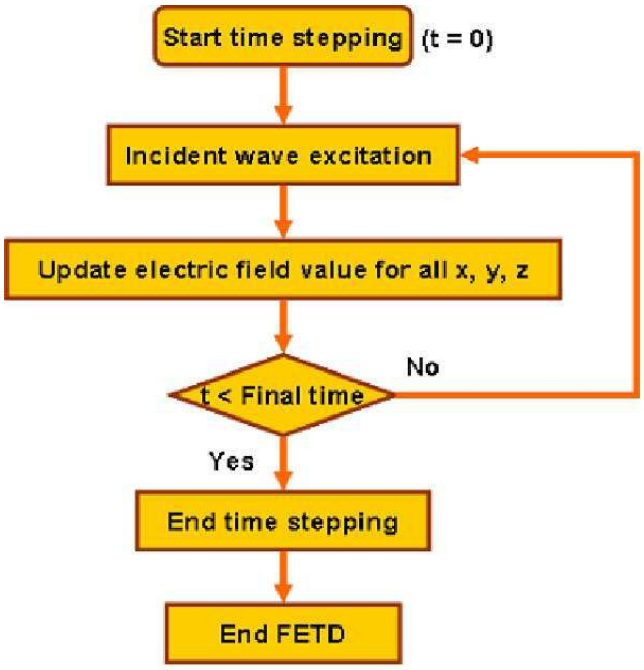
<4> 도4는 본 발명에 따른 흡수경계조건을 적용했을 때 무한공간으로의 전파효과를 확인하기 위해 시간에 따른 전계의 값을 도시한 도면.

도면

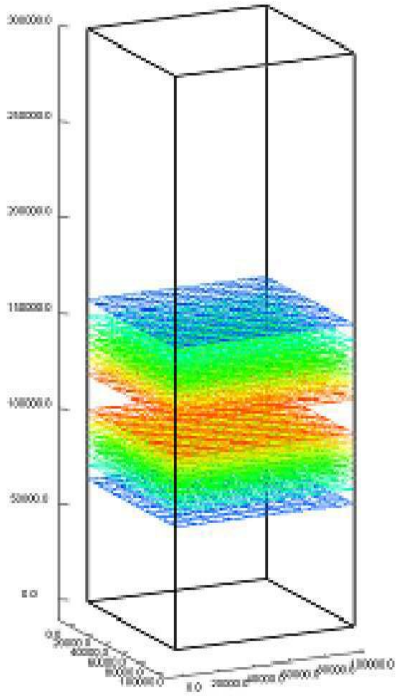
도면1



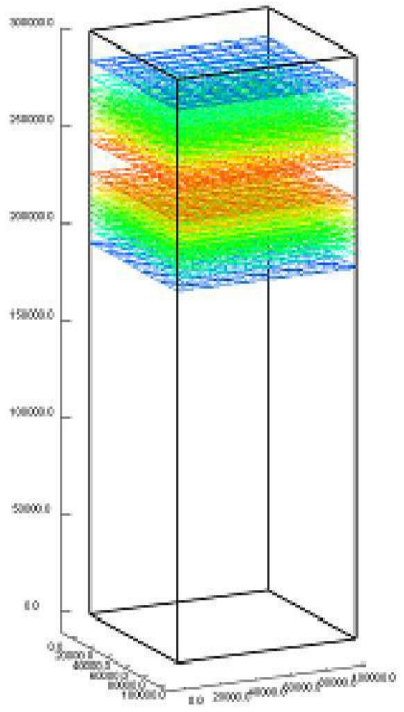
도면2


Start time stepping
(t = 0)
Incident wave excitation
Update electric field value for all x, y, z
t < Final time
No
Yes
End time stepping
End FETD

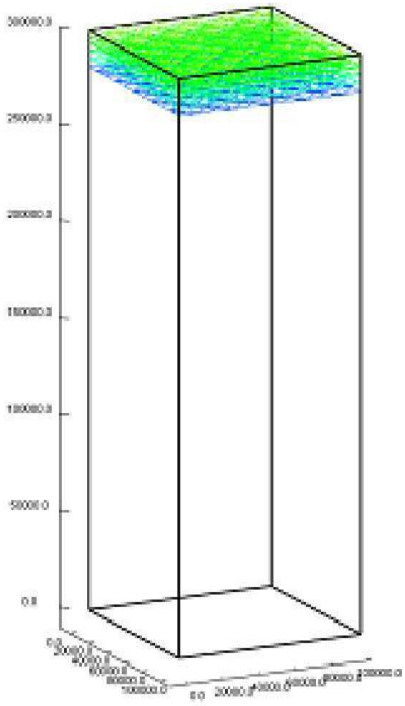
도면3a



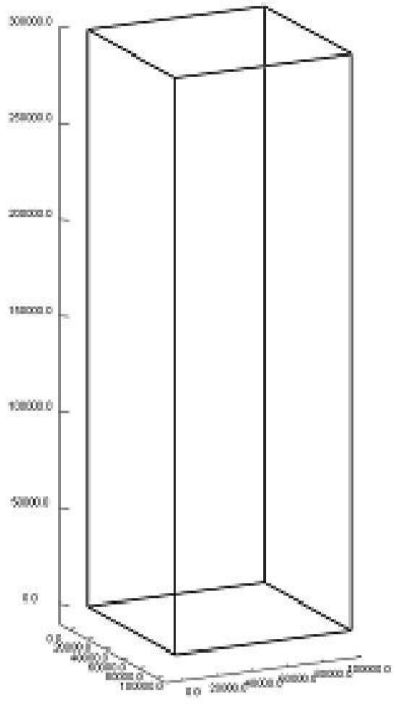
도면3b



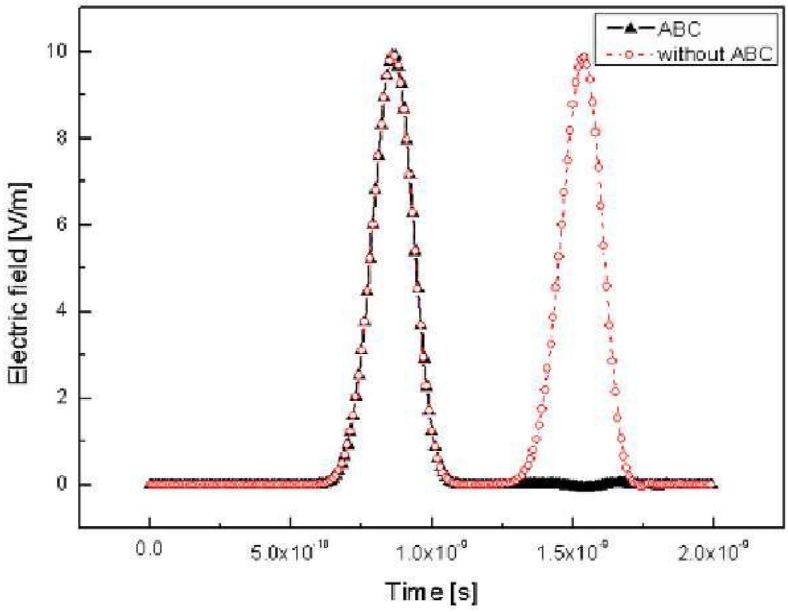
도면3c



도면3d



도면4


ABC
without ABC
Electric field [V/m]
Time [s]
0
2
4
6
8
10
0.0
5.0x10⁻¹⁰
1.0x10⁻⁹
1.5x10⁻⁹
2.0x10⁻⁹