



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0088715
(43) 공개일자 2009년08월20일

(51) Int. Cl.

H04B 10/00 (2006.01) H04B 10/02 (2006.01)

H05B 37/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0014162

(22) 출원일자 2008년02월15일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자

원은태

서울특별시 양천구 신정6동 삼성쉐르빌아파트 2차 904호

김대석

서울특별시 송파구 잠실7동 아시아선수촌아파트 7동 808호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이건주

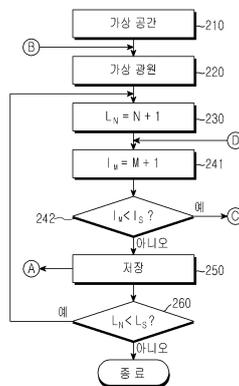
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 무선 광 통신 시스템을 위한 망 설계 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 무선 광 통신 시스템을 위한 망 설계 방법은 (a) 무선 광 통신 시스템을 구축하기 위한 대상 영역을 가상 공간으로 구현하는 과정과, (b) 상기 가상 공간 내에 가상 광원을 배치하는 과정과, (c) 상기 가상 광원에서 생성된 가상 광선의 순번을 확인하는 과정과, (d) 순번이 확인된 해당 가상 광선과 가상 물체 면들과의 교점 횟수를 확인하고, 해당 가상 광선의 교점 횟수와 허용 가능한 교점 횟수를 비교하는 과정과, (e) 해당 가상 광선의 교점 횟수가 허용 가능한 교점 횟수보다 많은 경우 해당 가상 광선을 저장하는 과정과, (f) 가상 광선의 순번을 설정된 가상 광선의 개수와 비교해서 가상 광원의 순번이 설정된 개수보다 작은 경우에 (c) 내지 (f)의 과정을 반복적으로 수행하는 과정을 포함한다.

대표도 - 도2a



(72) 발명자

안중훈

경기도 수원시 영통구 영통동 벽적골9단지 삼성태
영아파트 936동801호

손재승

경기도 수원시 권선구 곡반정동 10블럭 4롯데 201
호

특허청구의 범위

청구항 1

무선 광 통신 시스템을 위한 망 설계 방법에 있어서,

- (a) 무선 광 통신 시스템을 구축하기 위한 대상 영역을 가상 공간으로 구현하는 과정과;
- (b) 상기 가상 공간 내에 가상 광원을 배치하는 과정과;
- (c) 상기 가상 광원에서 생성된 가상 광선의 순번을 확인하는 과정과;
- (d) 순번이 확인된 해당 가상 광선과 가상 물체 면들과의 교점 횟수를 확인하고, 해당 가상 광선의 교점 횟수와 허용 가능한 교점 횟수를 비교하는 과정과;
- (e) 해당 가상 광선의 교점 횟수가 허용 가능한 교점 횟수보다 많은 경우 해당 가상 광선을 저장하는 과정과;
- (f) 가상 광선의 순번을 설정된 가상 광선의 개수와 비교해서 가상 광원의 순번이 설정된 개수보다 작은 경우에 (c) 내지 (f)의 과정을 반복적으로 수행하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 무선 광 통신 시스템을 위한 망 설계 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서, (d) 과정에서 해당 가상 광선의 교점 횟수가 허용 가능한 교점 횟수보다 작은 경우에,

- (g) 해당 광선과 교점이 형성된 가상 물체 면이 투과 가능한지를 판단하는 과정과;
- (h) 투과 가능한 경우에 난수를 생성해서 난수와 투과율을 비교하는 과정과;
- (i) 난수가 투과율보다 큰 경우에 가상 광선이 해당 가상 물체 면에서 경면 반사되는지를 판단하는 과정과;
- (j) 상기 (i)에서 가상 광선이 경면 반사되지 않을 경우에 상기 가상 광선이 입사된 가상 물체 면에서 난 반사되는지를 판단하는 과정을 더 포함하고,

상기 (g)에서 해당 가상 광선이 교점이 형성된 가상 물체 면을 투과할 수 없는 경우에 (i)과정으로 진행됨을 특징으로 하는 무선 광 통신 시스템을 위한 망 설계 방법.

청구항 3

제1항 또는 2 항에 있어서, 무선 광 통신 시스템을 위한 망 설계 방법은,

- (k) 상기 (h)과정에서 난수가 투과율보다 작은 경우에 가상 물체 면에 입사된 해당 가상 광선의 투과 방향을 설정하는 과정과;
- (l) 상기 (i)과정에서 상기 가상 광선이 가상 물체 면에서 경면 반사인 경우에 해당 가상 광선의 해당 가상 물체 면에서의 반사 알고리즘과 반사 방향을 설정하는 과정과;
- (m) 상기 (k)과정에서 상기 가상 광선이 입사된 해당 가상 물체 면에서 난 반사가 아닌 경우에 양방향 반사 분포 함수에 따라서 상기 가상 광선의 반사 방향을 설정하는 과정을 더 포함함을 특징으로 하는 무선 광 통신 시스템을 위한 망 설계 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서, 상기 무선 광 통신 시스템을 위한 망 설계 방법은,

- (o) 상기 가상 공간 내의 실제 광 수신기가 위치될 지점에 대응되는 위치에 가상 광 수신기를 배치하고, 상기 (f) 과정에서 저장된 가상 광선들의 경로를 이용해서 상기 가상 광 수신기의 수신 특성을 산출하는 과정과;
- (p) 산출된 상기 가상 수신기의 특성을 근거로 상기 가상 광원의 설정 변경 여부를 판단하는 과정과;
- (q) 상기 가상 광원 설정을 변경할 경우에 수와 위치를 변경하는지를 판단하고, 변경할 경우에 상기 가상 광원의 위치 또는 수를 변경해서 상기 (b) 과정에 적용하는 과정과;
- (r) 가상 광원의 수와 위치를 변경하지 않을 경우에 가상 광원의 화각을 변경하는지를 판단하고, 화각을 변경할

경우는 상기 가상 광원의 화각을 조정해서 상기 (b) 과정에 적용하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 무선 광 통신 시스템을 위한 망 설계 방법.

청구항 5

제1 항에 있어서,

(c) 과정은 아래의 <수학식 5>를 충족함을 특징으로 하는 무선 광 통신 시스템을 위한 망 설계 방법.

수학식 5

$$L_N = N + 1$$

(L: 가상 광선, N : 가상 광선의 순번, 0~n)

청구항 6

제1 항에 있어서

(d) 과정은 아래의 <수학식 6>을 충족함을 특징으로 하는 무선 광 통신 시스템을 위한 망 설계 방법.

수학식 6

$$I_M = M + 1$$

(I_M : 가상 광선의 경로 중 가상 물체 면들과의 교점 횟수, M : 0~n)

청구항 7

제4 항에 있어서,

상기 가상 광원의 위치는 아래의 <수학식 7>에 따라 결정됨을 특징으로 하는 무선 광 통신 시스템을 위한 망 설계 방법.

수학식 7

$$X_1 = H_3 \tan \theta_1 + H_2 \tan \theta_2$$

(X₁은 가상 광원의 이동 거리를 나타내고, H₁ 및 H₂ 각각은 가상 광원들이 설치 높이, θ₁과 θ₂는 가상 광원들 각각의 화각(Field of view))

청구항 8

제4 항에 있어서,

상기 가상 광원의 화각은 아래의 <수학식 8>에 따라서 결정됨을 특징으로 하는 무선 광 통신 시스템을 위한 망 설계 방법.

수학식 8

$$\theta_3 = \tan^{-1} \left(\frac{\tan \theta_2 H_2 + \tan \theta_1 H_3}{H_2 - H_3} \right)$$

(θ₁ : 화각 설정이 변화되지 않는 가상 광원의 화각, θ₂ : 화각이 변화되는 가상 광원의 화각이 조정되기 이전의 화각, θ₃는 조정된 화각)

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

<1> 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 발명으로서, 특히 무선 광 통신 시스템의 망 설계에 관한 발명이다.

배경기술

- <2> 무선 통신 시스템은 기지국 간 주파수의 효율적 이용을 위한 셀 플래닝(Cell planning; 이하 '망 설계'라 칭한다.) 과정을 거쳐서, 통신 시스템이 구성된다.
- <3> 상술한 망 설계는 비용, 용량, 서비스 범위, 서비스의 정도(Grade of service), 통화 음질, 향후 증설 용량 등을 고려해서 기지국 위치, 안테나 지수들(Antenna Parameters), 기지국의 출력 파워(Output power), 채널 수(Channel), 주파수 배치 등을 실제 구성 이전에 시뮬레이션(Simulation)을 실시하는 사전 과정을 의미한다.
- <4> 망 설계 과정은 주변 검색(Site survey), 데이터 베이스(Data base) 구축, 차원 시뮬레이션(Dimension simulation), 전파 측정 결과물의 작성을 의미하며, 오키무라(Okmura) 모델, 하타 모델(Hata model), 롱즐리-라이스 모델(Longley-Rice model)과 같은 다양한 형태의 전파 예측 모델이 사용될 수 있다.
- <5> 그러나, 상술한 무선 통신 시스템의 망 설계 방법은 무선 주파수를 이용한 시스템 구성에 관한 방법으로서, 광을 이용하는 무선 통신 시스템에는 주파수 대역의 차이가 커서 적용이 불가능하다.
- <6> 무선 주파수(Radio Frequency)와 광의 반사 및 회절 특성이 서로 다르므로, 기존의 무선 통신 시스템의 망 설계 방법을 광 무선 통신 시스템에 적용하는 것은 한계가 있다.

발명의 내용

해결하고자하는 과제

<7> 본 발명은 광 무선 통신 시스템에 적용 가능한 망 설계 방법과, 망 설계 방법을 적용한 광 무선 통신 시스템을 제공하고자 한다.

과제 해결수단

- <8> 본 발명에 따른 무선 광 통신 시스템을 위한 망 설계 방법은,
- <9> (a) 무선 광 통신 시스템을 구축하기 위한 대상 영역을 가상 공간으로 구현하는 과정과;
- <10> (b) 상기 가상 공간 내에 가상 광원을 배치하는 과정과;
- <11> (c) 상기 가상 광원에서 생성된 가상 광선의 순번을 확인하는 과정과;
- <12> (d) 순번이 확인된 해당 가상 광선과 가상 물체 면들과의 교점 횟수를 확인하고, 해당 가상 광선의 교점 횟수와 허용 가능한 교점 횟수를 비교하는 과정과;
- <13> (e) 해당 가상 광선의 교점 횟수가 허용 가능한 교점 횟수보다 많은 경우 해당 가상 광선을 저장하는 과정과;
- <14> (f) 가상 광선의 순번을 설정된 가상 광선의 개수와 비교해서 가상 광원의 순번이 설정된 개수보다 작은 경우에 (c) 내지 (f)의 과정을 반복적으로 수행하는 과정을 포함한다.

효과

<15> 본 발명은 망 설계에 의한 시뮬레이션을 가시광을 이용한 무선 광 통신의 시스템 구축에도 적용할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <16> 이하에서는 첨부도면들을 참조하여 본 발명의 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능, 혹은 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 모호하지 않게 하기 위하여 생략한다.
- <17> 도 2a는 가상 공간 내에서 가상 광원의 시뮬레이션 과정을 설명하기 도면이다. 도 2a를 참조하면, 본 발명에 따

른 무선 광 통신 시스템을 위한 망 설계 방법은 (a) 무선 광 통신 시스템을 구축하기 위한 대상 영역을 가상 공간으로 구현하는 과정(210)과, (b) 상기 가상 공간 내에 가상 광원을 배치하는 과정(220)과, (c) 상기 가상 광원에서 생성된 가상 광선의 순번을 확인하는 과정(230)과, (d) 순번이 확인된 해당 가상 광선과 가상 물체 면들과의 교점 횟수를 확인(241)하고, 해당 가상 광선의 교점 횟수와 허용 가능한 교점 횟수를 비교하는 과정(242)과, (e) 해당 가상 광선의 교점 횟수가 허용 가능한 교점 횟수보다 큰 경우(아니오) 해당 가상 광선을 저장하는 과정(250)과, (f) 가상 광선의 순번(L_N)을 설정된 가상 광선의 개수(L_S)와 비교해서 가상 광원의 순번(L_N)이 설정된 개수(L_S)보다 작은 경우(예)에 (c) 내지 (f)의 과정을 반복적으로 수행하는 과정(260)과, (g) 가상 광선과 교점이 형성된 가상 물체 면이 투과 가능한지를 판단하는 과정(271)과, (h) 투과 가능한 경우에 난수를 생성(272)해서 난수와 투과율을 비교(273)하는 과정과, (i) 난수가 투과율보다 큰 경우(아니오)에 가상 광선이 해당 가상 물체 면에서 경면 반사되는지를 판단하는 과정(274)과, (j) 상기 (i)에서 가상 광선이 경면 반사되지 않을 경우(아니오)에 상기 가상 광선이 입사된 가상 물체 면에서 난 반사 되는지를 판단하는 과정(275)을 포함한다.

<18> 상기 가상 공간을 구현하는 과정(210)은 무선 광 통신 시스템의 구축 대상이 되는 영역(지역, 장소)을 컴퓨터(Computer) 프로그래밍(Programming)을 통해서 구현하기 위한 과정으로서, 도 1와 같이 도시될 수 있다.

<19> 도 1의 가상 공간(100)은 실제 공간의 건물 또는 물체에 대응되는 다수의 가상 물체(131,132,133,134)들이 위치될 수 있으며, 실제 광 송신기에 대응되는 가상 공간 내 위치에 가상 광원(110)이 설정될 수 있다. 또한, 실제의 광 수신기에 대응되는 가상 공간 내 위치에 가상의 광 수신기(120)를 위치시켜서, 해당 지점(가상 광 수신기가 위치한 곳)에서의 가상 광선의 특성을 계산하고 계산된 결과를 가상 광원(110)의 위치를 설정하는 데 이용할 수 있다. 상기 가상 광선들(101a, 101b, 102)은 상기 가상 공간(100)의 내부에서 가상 물체들(131,132,133,134)에 입사되어, 반사 또는 투과될 수 있다.

<20> 상기 가상 광원(110)에서 생성된 가상 광선(101a,101b,102)의 순번(순서대로 매겨지는 번호)을 확인하는 과정(230)은 아래의 <수학식 1>에 수행될 수 있으며, 상기 가상 광원(110)서 시뮬레이션 되는 가상 광선들을 구분하고, 설정된 시뮬레이션 횟수를 초과한 경우에 망 설계 과정을 종료시키는 데 이용될 수 있다.

수학식 1

$$L_N = N + 1$$

<21>
<22> L_N 은 가상 광선을 의미하고, N (0부터 시작되는 양의 정수로서 n 까지)은 가상 광선에 부여된 순번이다.

<23> 예를 들어, 최초의 가상 광선은 L_0 으로 표시될 수 있고, 이때의 가상 광선의 순번은 1이 될 수 있다. 두 번째 가상 광선은 L_1 으로 표시될 수 있고, 가상 광선의 순번은 2이다. 만약, n 번째의 가상 광선이라면 L_n 으로 표시될 수 있고, 이 가상 광선의 순번은 $n+1$ 이 된다.

<24> 상기 (d)과정(241,242)는 실제 상황에서의 광 또는 광신호가 물체들에 입사될 때 손실이 발생 되며, 그 손실로 인해 광 또는 광신호가 소실되는 경우를 망 설계 방법에 반영 위한 과정이다.

<25> 가상 광선이 가상 공간 내를 진행하며 가상 물체의 면들로 입사되는 교점 횟수(I_M)은 아래의 <수학식 2>에 의해 산출될 수 있다. 교점은 가상 광선이 가상 물체 면으로 입사되는 상태를 의미한다.

수학식 2

$$I_M = M + 1$$

<26>
<27> I_M 은 가상 광선이 가상 물체의 면들로 입사되는 교점 횟수를 의미하고, M 은 0부터 n 까지의 정수를 의미한다.

<28> 가상 광선의 최초 교점 발생일 경우에 M 은 0이고, 이 경우의 교점 횟수 I_0 은 1로 산출될 수 있다. I_1 일 경우는 가상 광선의 두 번째 교점으로서 교점 횟수는 2로 산출된다.

<29> 허용 가능한 교점 횟수(I_S)는 실제 사용할 광원 또는 광 송신기와, 가상 공간 내 가상 물체들의 배치와, 실제 광 수신기의 상태에 따라서 설정할 수 있다.

- <30> 결국, 상기 (d) 과정(241, 242)은 광이 물체들로 입사되면서 손실이 발생 되고, 그 손실로 인해 광 통신에 있어서 의미를 상실하게 되는 가상 광선의 결과들을 배제하기 위한 과정이다.
- <31> 상기 (d) 과정(241, 242)에서 상기 가상 광선의 교점 횡수(I_N)가 허용 가능한 교점 횡수(I_S)를 초과하면, 시뮬레이션 중인 해당 가상 광선의 시뮬레이션 결과는 저장된다.
- <32> 또한, 저장된 가상 광선의 순번(L_N)을 설정된 가상 광선의 개수(L_S)와 비교하는 과정(260)은 가상 광선의 순번 설정된 개수(L_S)보다 작은 경우에 (c) 내지 (f)의 과정(230, 241, 242, 250, 260)을 반복적으로 수행하고, 그 반대의 경우(가상 광원의 순번이 설정된 개수를 초과한 경우; 아니오)는 도 2a의 과정들을 종료한다. 상술한 (f)과정(260)은 가상 광선들을 시뮬레이션하는 시간을 최소화시키고, 도 2a의 과정을 종료시키기 위한 과정이다. 설정된 가상 광선의 개수(L_S)가 100일 경우에 L_{100} 의 101번째 순번을 갖는 가상 광선이 진행된다면 도 2a의 과정은 종료된다.
- <33> 도 2b는 (d) 과정(241,242)에서 해당 가상 광선의 교점 횡수(I_N)가 허용 가능한 교점 횡수(I_S)보다 작은 경우 (예)에, 가상 광선이 가상 공간 내 경로를 추적하기 위한 과정들(C)을 설명하기 위한 순서도이다.
- <34> 즉, (d) 과정(242)에서 해당 가상 광선의 교점 횡수가 허용 가능한 교점 횡수보다 작은 경우(예; C)일 경우에, 해당 광선과 교점이 형성된 가상 물체 면이 투과 가능 여부를 판단(271)하고, 만약, 투과 가능하다면 난수를 생성(272)해서 난수와 가상 광선이 입사된 가상 물체의 투과율을 비교(273)한다. 반대로 가상 광선이 입사된 가상 물체를 투과할 수 없는 경우(아니오)라면 난수의 생성(272)과 난수와 투과율을 비교(273)하는 과정들은 생략될 수 있다.
- <35> 상기의 난수를 생성(272)하고 난수와 투과율 비교(273)하는 과정은 난수가 0부터 1 사이에서 동등한 확률로 임의의 수가 생성될 수 있다는 가정 하에 진행될 수 있다. 난수가 0.5일 경우에 가상 광선이 입사된 해당 가상 물체의 투과율이 난수 0.5보다 크면 광의 진행 경로 상에 위치한 가상 물체는 투과 가능한 것으로 판단할 수 있다. 반대로 난수 0.5보다 투과율이 작다면 해당 가상 물체는 투과 불가능한 것으로 판단할 수 있다.
- <36> 난수가 가상 광선과 교점이 형성된 가상 물체의 투과율보다 작지 않은 경우(아니오)라면, 해당 가상 광선이 해당 가상 물체 면에서 경면 반사되는지를 판단(274) 한다. 반대로 난수가 투과율보다 작은 경우(예)는 해당 가상 광선의 투과 방향을 설정(277)해서 해당 가상 광선의 교점 횡수를 확인하는 과정(241)으로 진행(D) 될 수 있다.
- <37> 상술한 경면 반사는 거울과 같은 면에서의 반사를 의미하며, 이 경우의 반사는 광선의 입사각과 반사되어 출사되는 각이 동일한 상태를 의미한다. 경면 반사의 경우(예)라면, 해당 가상 광선의 경면 반사에 따른 반사 알고리즘과 반사 방향을 설정(278)해서 해당 가상 광선의 교점 횡수를 확인하는 과정(241)에 적용(D)될 수 있다.
- <38> 반대로 상기 가상 광선이 경면 반사되지 않을 경우(아니오)라면 상기 가상 광선이 입사된 가상 물체 면에서 난 반사 되는지를 판단(275)한다. 난 반사는 석고와 같이 표면이 미세한 입자로 고르게 구성된 물체에서 발생 될 수 있다.
- <39> 만약, 난 반사(예)에 해당된다면, 해당 가상 물체 면에 입사된 가상 광선에 램버시안(Lambertian) 알고리즘과 방향을 설정(279)해서 해당 가상 광선의 교점 횡수를 확인하는 과정(241)에 적용(D)될 수 있다.
- <40> 반대로, 해당 가상 광선이 난 반사되지 않는 경우(아니오)라면, 양방향 반사 분포 함수(Bidirectional Reflectance Distribution Function; BRDF)에 따라서, 해당 가상 광선의 방향을 설정해서 해당 가상 광선의 교점 횡수를 확인하는 과정(241)에 적용(D)될 수 있다. BRDF가 적용되는 경우는 거울처럼 매끄럽지는 않지만 석고와 같은 난 반사를 유발하는 물체들보다 매끄러운 표면 상태의 가상 물체 면에 가상 광선이 입사된 경우를 의미한다.
- <41> 가상 물체의 표면 상태는 가상 공간을 구현하는 중에 제공되는 정보를 활용할 수 있으며, 가상 물체를 구성하는 물질의 특성에 따라서 판단될 수 있다.
- <42> 상기 가상 공간 내에 가상 광원을 배치하는 과정(220)은 저장(250)된 가상 광선들의 데이터를 이용해서 조정될 수 있다. 도 2c는 가상 광원의 설정 변경을 설명하기 위한 순서도이다. 도 2c에 따르면, 상기 가상 광원의 설정 변경은 (o)상기 가상 공간 내의 실제 광 수신기에 대응되는 가상 공간 내의 위치에 가상 광 수신기를 배치하고, 상기 (f)과정(250)에서 저장된 가상 광선들의 경로를 이용해서 상기 가상 광 수신기의 수신 특성을 산출하는 과정(310)과, (p) 상기 가상 광원의 설정 변경 여부를 판단하는 과정(320)과, (q)상기 가상 광원 설정을 변경할

경우에 수와 위치를 변경하는지를 판단(330)하고, 변경할 경우에 상기 가상 광원의 위치 또는 수를 변경해서 상기 (b) 과정에 적용(370)하는 과정과, (r) 가상 광원의 수와 위치를 변경하지 않을 경우에 가상 광원의 화각을 변경하는지를 판단(350)하고, 화각을 변경할 경우는 상기 가상 광원의 화각을 조정(360)해서 상기 (b) 과정 (220)에 적용될 수 있다.

- <43> 상기 (r)과정(350)에서 상기 가상 광원의 화각이 변경되지 않을 경우(아니오)에는 도 2c에 따른 가상 광원의 설정 변경은 종료된다.
- <44> 상기 (o)과정(310)은 실제 가상 광 수신기의 설치 대상 또는 설치하고자 하는 지역을 대상으로 하나, 설계자의 필요에 따라서 가상 공간 내 여러 지점을 대상으로 할 수 있다.
- <45> 상기 (o)과정(310)은 저장된 가상 광선들의 경로를 중에서 가상 광 수신기에 수렴된 가상 광선들 각각의 세기를 결정하는 과정으로서, 결정된 가상 광선 각각의 세기에 실제 광 수신기의 특성(화각(Field of view), 파장에 따른 민감도(sensitivity) 및 수신 패턴(pattern))을 고려해서 산출된 Power mean, Power variance, power CDF, Mean excess delay, RMS delay, Maximum excess delay를 사용자에게 제공한다.
- <46> 도 4A 내지 도 4C는 가상 광 수신기에서 수신 가능한 범위를 설명하기 위한 도면으로서, 도 4A 내지 도 4C는 가상 광원의 위치에 따른 명암 분포 상태를 도시한 도면이다.
- <47> 가상 광원의 설정 변경이 결정되었다면, 상기 가상 광원의 수 또는 위치를 변경할지를 판단하기 위한 과정 (q)를 진행하고, (q)과정에서 가상 광원의 수와 위치는 아래의 <수학식 3>에 의해 결정될 수 있다. 상기 가상 광원의 수와 위치 변경은 광 수신기에서 음영 지역이 발생 될 경우에 결정될 수 있다. 즉, 가상 광 수신기의 위치에서 음영이 발생 될 경우에 가상 광원의 위치를 조정해서 음영을 제거하기 위한 방법으로서 선택될 수 있다.
- <48> 도 3A는 아래 <수학식 3>을 설명하기 위해 가상 광원의 위치와 높이에 따른 관계를 도시한 도면으로서, 두 개의 가상 광원들(510, 520b)이 도시된 상태를 도시한 도면이다. 두 개의 가상 광원들 중 하나의 가상 광원(520b)이 사용자가 사용 가능한 높이 지점(H₃)에서 발생된 음영 지역(X₁)을 제거하기 위해서 위치 조정(520a)된 상태를 도시한 도면이다.

수학식 3

$$X_1 = H_3 \tan \theta_1 + H_2 \tan \theta_2$$

- <49>
- <50> 위의 <수학식 3>에서 X₁은 음영 지역(가상 광원의 위치 이동 거리)을 나타내고, H₁ 및 H₂ 각각은 가상 광원들이 설치된 높이를 나타내고, θ₁과 θ₂는 가상 광원의 화각(Field of view)을 나타낸다.
- <51> 도 4B는 화각을 수정한 후의 영상 화면을 나타내고, 도 3B는 화각 조정을 설명하기 위해 도시한 도면이다. 도 4B와 도 3B에 도시된 바와 같은 가상 광원의 화각 조정은 아래의 <수학식 4>에 의해 결정될 수 있다.

수학식 4

$$\theta_3 = \tan^{-1} \left(\frac{\tan \theta_2 H_2 + \tan \theta_1 H_3}{H_2 - H_3} \right)$$

- <52>
- <53> 위의 <수학식 4>에서 θ₁은 화각 설정이 변화되지 않는 가상 광원(610)의 화각을 나타내고, θ₂는 화각이 변화되는 가상 광원(620)의 화각이 조정되기 이전의 화각을 나타낸다. θ₃는 조정된 화각을 나타낸다.
- <54> 도 3B는 두 개의 가상 광원들(610, 620)이 설정된 상태를 도시한 도면으로서, 두 개의 가상 광원들(610, 620) 중 하나의 가상 광원(620)의 화각을 조정(621b에서 621a로 조정; 화각이 θ₂에서 θ₃로 조정된 상태)한 상태를 설명하기 위한 도면이다.
- <55> 상기 (p)와 (q)과정에 의해 가상 광원의 위치 또는 수가 변경되거나, 가상 광원의 화각이 조정된 경우는 (b)과정으로 진행될 수 있다.

<56> 즉, 도 2c는 도 2a의 (e) 해당 가상 광선의 교점 횟수가 허용 가능한 교점 횟수보다 많은 경우 해당 가상 광선을 저장하는 과정(250)에서 저장된 가상 광선들의 데이터를 이용해서 시작(A)되며, 가상 광원의 설정이 종료되면 그 결과를 가상 광원을 설정하는 과정(220)에 적용(B)할 수 있다.

도면의 간단한 설명

<57> 도 1은 가상 공간을 도시한 사시도,

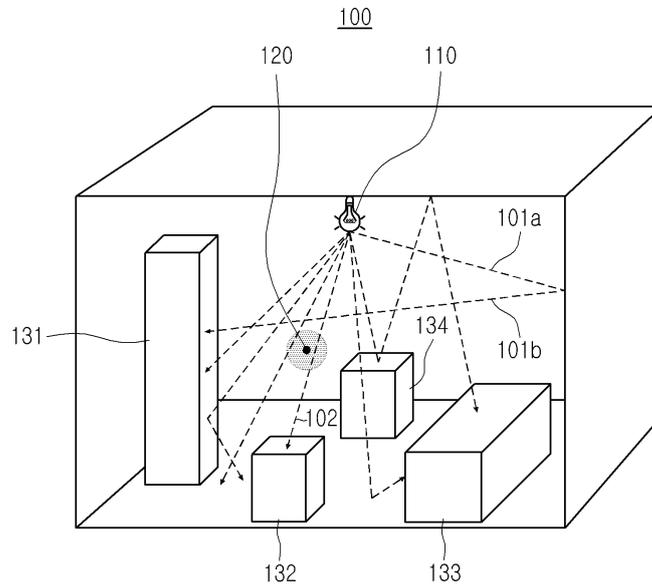
<58> 도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 무선 광 통신 시스템의 망 설계 방안을 설명하기 위한 순서도

<59> 도 3A와 도 3B는 광원의 위치를 조정을 설명하기 위한 도면,

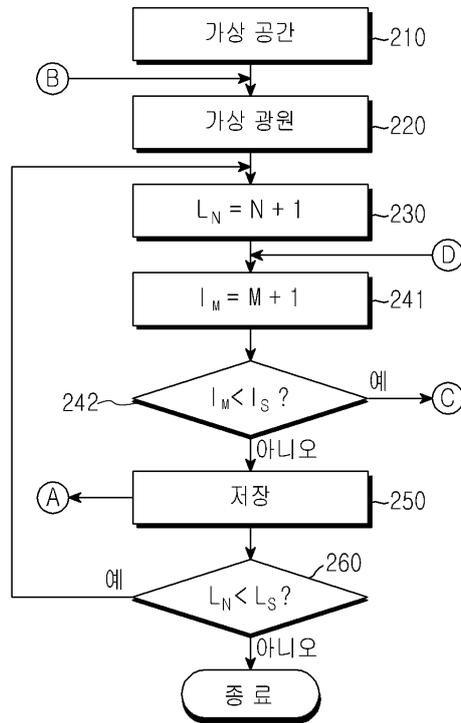
<60> 도 4A 내지 도 4C는 가상 광 수신기에서 수신 가능한 범위를 설명하기 위한 도면.

도면

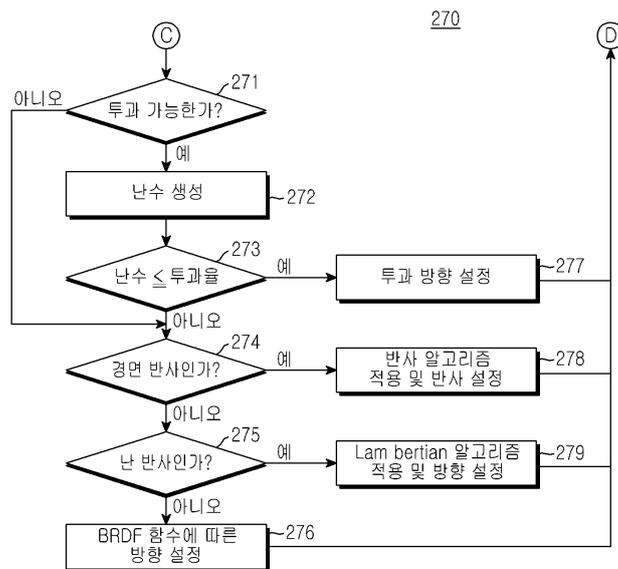
도면1



도면2a

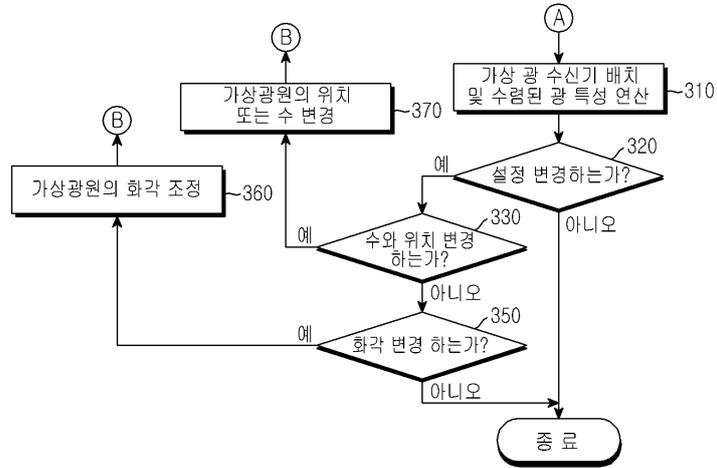


도면2b

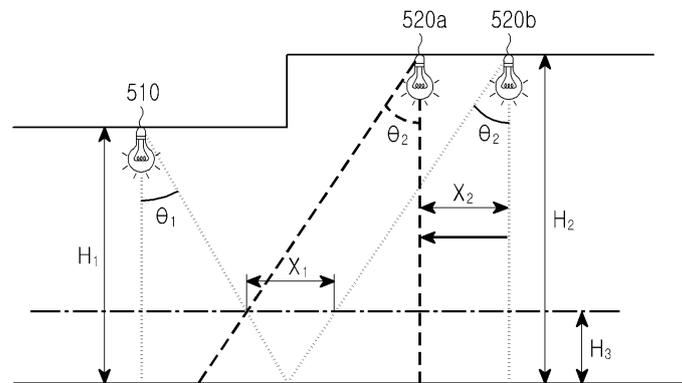


도면2c

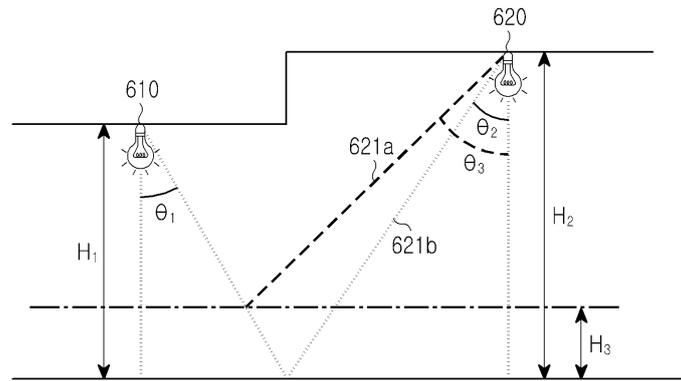
300



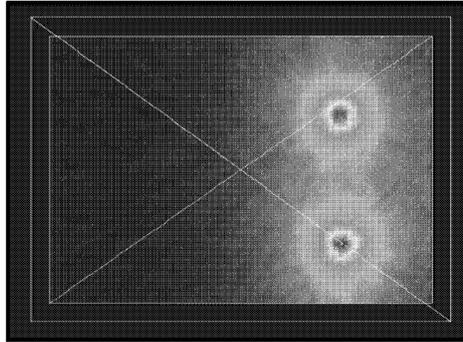
도면3a



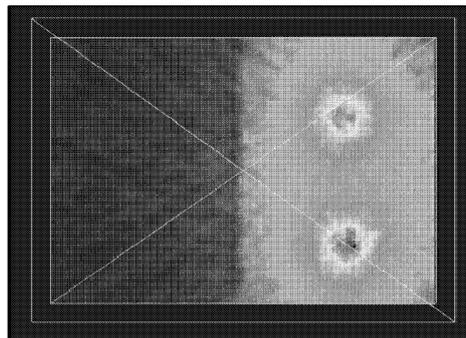
도면3b



도면4a



도면4b



도면4c

