



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0052213  
(43) 공개일자 2008년06월11일

(51) Int. Cl.

G01N 27/00 (2006.01) G01N 27/02 (2006.01)

G01N 3/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0052489

(22) 출원일자 2007년05월30일

심사청구일자 2007년05월30일

(30) 우선권주장

1020060122342 2006년12월05일 대한민국(KR)

(71) 출원인

한국전자통신연구원

대전 유성구 가정동 161번지

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

김중호

대전 유성구 전민동 나래아파트 109-806

홍현진

대전 유성구 전민동 엑스포아파트 505-1602

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이화익, 권태복

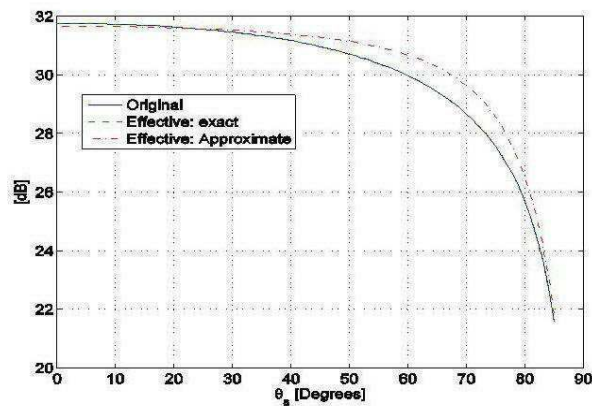
전체 청구항 수 : 총 5 항

#### (54) 유효 임피던스를 이용한 반사파 해석 방법

#### (57) 요약

본 발명은 유효 임피던스를 이용한 반사파 해석 방법으로서, 건물 반사면을 2차원으로 모델링하는 모델링단계와, 모델링 단계에서 모델링된 반사면에 전파를 입사시켜 반사파를 얻고 상기 반사파를 균일 매질화하여 해석하는 매질화단계로 구성되므로, 비균일 매질의 반사파를 균일 매질의 반사파로 대치하여 사용할 수 있게 되는 효과가 있다.

대표도 - 도3a



(72) 발명자

**김창주**

대전 유성구 전민동 엑스포아파트 105-1502

**고일석**

경기 성남시 분당구 야탑동 장미마을현대아파트  
824-104

---

**임재우**

서울 용산구 원효로3가 1번지 전파연구소

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

유효 임피던스를 이용한 반사파 해석 방법으로서,

건물 반사면을 2차원으로 모델링하는 모델링단계와;

상기 모델링 단계에서 모델링된 상기 반사면에 전파를 입사시켜 반사파를 얻고 상기 반사파를 균일 매질화하여 해석하는 매질화 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 유효 임피던스를 이용한 반사파 해석 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 모델링단계는,

건물 표면의 비균일 매질을 고려하기 위해 균일 매질을 여러 조각으로 구분하는 구분단계와;

비균질 표면을 간단하게 균질 표면으로 바꾸고 이때 진행 방향에서의 산란은 같도록 표면 임피던스를 바꾸는 변경단계로 구성되는 것을 특징으로 하는 유효 임피던스를 이용한 반사파 해석 방법.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 반사파를 해석하는 과정은,

유효임피던스식을 구하고 그 유효임피던스 식에 의해 반사파를 해석하는 단계로 구성되는 것을 특징으로 하는 유효 임피던스를 이용한 반사파 해석 방법.

### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 유효임피던스식은 다음의 수식식과 같이 구하고,

$$p_{h,eff} = \frac{\sum_{n=1}^N \frac{w_n}{w} P_{h,n} (1 + R_{h,n})}{\sum_{n=1}^N \frac{w_n}{w} (1 + R_{h,n})}, \quad p_{v,eff} = \frac{\sum_{n=1}^N \frac{w_n}{w} (1 - R_{v,n})}{\sum_{n=1}^N \frac{w_n}{w} \frac{1}{P_{v,n}} (1 - R_{v,n})}$$

여기서 위첨자 t는 전체 필드를, i는 입사 필드를, r는 반사 필드를 의미하며,  $w_n/w$ 는 체적율을 나타내고,  $R_{h,n}$ 은 n번째 수평편파의 반사계수이고

$R_{v,n}$ 은 n번째 수직편파의 반사계수이며,  $P_{h,n}$ 은 n번째 수평편파의 유효임피던스고,  $P_{v,n}$ 은 n번째 수직편파의 유효임피던스인 것을 특징으로 하는 유효 임피던스를 이용한 반사파 해석 방법.

### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 유효임피던스는 상기 전파를 송신하는 송신장치와 상기 전파를 수신하는 수신장치 중에서 상기 송신장치에서 연산하는 것을 특징으로 하는 유효 임피던스를 이용한 반사파 해석 방법.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

## 발명의 목적

### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <5> 본 발명은 유효 임피던스를 이용한 반사파 해석방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 복잡한 재질로 이루어진 전파를 전파하는 반사면을 하나의 매질로 이루어졌다고 가정하고 대신 전기적 특성인 임피던스를 유효하게 변환시키는 유효 임피던스를 이용한 반사파 해석방법에 관한 것이다.
- <6> 최근에 이동통신에 대한 수요의 급증으로 인하여 한정된 주파수 자원으로 보다 많은 가입자를 수용하기 위한 마이크로 셀과 피코 셀에 대한 연구가 활발해지고 있다.
- <7> 이것은 무선통신 수요의 증가에 따라 용량증가와 통화품질의 개선이라는 관점에서 점차 축소화된 셀 기술로 발전해가는 것을 보여준다.
- <8> 여기서, 마이크로 셀이라 함은 반경 1km이내의 셀로서, 기존의 매크로 셀과 여러 가지 상이한 점이 많으며, 특히 전파를 전파하는 환경에서 두드러진 차이를 보인다. 매크로 셀에서는 전파를 전파하는 환경이 지형 및 건물의 분포에 의하여 특징지워졌으나, 마이크로 셀에서는 지형과 건물 분포외에도 건물 각각의 모양 및 배치에 의하여 전파를 전파하는 환경이 특징 지워진다. 이것은 마이크로 셀 기술이 대부분 저속보행자를 위한 시스템에 응용하기 위한 것으로서, 마이크로 셀은 1km이내에서 셀 크기에 따라 낮은 송신전력(보통100m와트 이하)을 요구하고 안테나의 높이도 낮은 환경에 있기 때문이다.
- <9> 따라서, 매크로 셀의 전파를 전파하는 환경을 기술하기 위한 실험적 전파 모델을 마이크로 셀에 그대로 적용하기에는 부적당하며, 마이크로 셀의 전파 환경을 기술하기 위한 새로운 전파 모델이 필요하게 되었다.
- <10> 현재, 마이크로 셀이 전파를 전파하는 환경을 기술하기 위한 모델로는 전자파 광선 근사법(UTD : Uniform geometrical Theory of Diffraction)에 바탕을 둔 레이 트레이싱(ray tracing) 모델이 가장 우수한 것으로 인정받고 있다. 여기서, 전자파 광선근사법(UTD)은 준 마이크로파 대역 이상의 전자파 신호의 전파 경로 예측에 사용될 수 있는 데, 반사나 회절 특성을 이용하여 계산하는 방식이다. 그런데, 이러한 종래의 레이 트레이싱(ray tracing)방식은 시뮬레이션 수행 시간이 상당히 오래 걸리는 문제점이 있었다.
- <11> 따라서, 많은 사람들이 지형 데이터와 마이크로 셀 환경에서의 전파손실 등을 고려하여 기지국 문제에 적용하기 위하여 유연성있고, 효율적인 계산 과정을 갖는 전파환경 예측기법을 연구해 왔다.
- <12> 종래의 레이 트레이싱(ray-tracing) 방법에 의한 시뮬레이션 수행 시간은 송신기에서 복사된 전자파가 수신기에 도달하는 전파 경로를 찾는 방법에 의하여 결정된다. 종래의 레이 트레이싱 방법은 크게 레이 슈팅(ray shooting) 방법과 레이튜브(ray tube) 방법의 두가지로 구분할 수 있다.
- <13> 여기서, 레이 슈팅(ray shooting) 방법은 송신점으로부터 등간격으로 다수의 레이(ray)를 발사한 후에 각각의 레이(ray)를 추적하여 수신점에 도달하는 레이(ray)를 찾는 방법이다.
- <14> 반면, 레이튜브(ray tube)방법은 송신점으로부터 등간격으로 다수의 레이 튜브(ray tube)를 발사한 후에 각각의 레이 튜브(ray tube)를 추적하여 수신점에 도달하는 레이튜브를 찾는 방법이다. 여기서, 레이튜브란 다수의 레이의 묶음으로 같은 레이튜브내의 모든 레이는 같은 값을 가진다고 가정한다.
- <15> 이러한 종래의 레이슈팅(ray shooting) 방법과 레이튜브(ray tube) 방법을 이용하면 실제로 수신기에 도달하는 전파 경로뿐만 아니라 수신기에 도달하지 않는 전파 경로까지 모두 검색함으로써 많은 시뮬레이션 수행시간을 소요하는 문제점이 있었다.
- <16> 이를 보완하기 위하여 에스케이 텔레콤주식회사에 의해 출원되어 대한민국특허등록된 특허등록번호 제10-0205957호는 전파경로 추적방법에 있어서, 송수신기 사이의 전파경로를 트리구조로 만든 후 수신기로부터 송신기로 주어진 반사 횟수나 회절 수를 고려하여 전파경로를 추적하는 방법이 기재되어 있습니다. 그러나, 인용발명은 레이 트레이싱의 송수신기 사이의 경로를 계산할 경우 불필요한 경로를 제거함으로써 그 계산량을 줄이는 방법이다.
- <17> 그러나, 전술한 종래 기술에 있어서도 반사면의 각기 다른 재질들을 다루기 위해서 반사면들을 동일 재질로 이루어진 작은 조각으로 분리해서 각각을 해석하는 방법을 사용하였다. 이 경우 매번 반사파가 생길 때마다 반사 지점에 대한 임피던스를 계산해서 이를 반영해야 하는 번거로움이 발생하는 문제점이 있다.
- <18> 다시 말하면, 레이 트레이싱 방법을 이용하여 전파를 모델링할 경우, 건물의 벽면은 재질에 따른 임피던스로 표

현하여 반사파를 구하게 된다. 만약 벽면의 재질이 다양한 종류로 구성되어 있으면 모델링 구간을 동일한 재질로 이루어지도록 작게 잘라서 모델링하게 되며, 그러면 계산량이 늘어나게 되는 문제가 발생한다.

- <19> 또한, 전술한 종래 기술에서의 유효 임피던스란 개념도 다양한 매질의 수평적 관점에서의 총체적 임피던스를 나타내는 것이 아니고 수직적 관점에서의 매질에 입사한 후 반사되는 전압과 전류의 비율에 의한 임피던스를 의미하고 있어 그 계산량이 증가되고 이로 인해 기지국의 부하가 가중되는 문제점이 있다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <20> 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로서, 그 목적은 다양한 재질로 이루어진 비균질 반사면을 유효한 하나의 매질로 간주하고 거기에 필요한 유효 임피던스를 도입하여 레이 트레이싱에 의한 전파모델에 사용할 경우 계산량이 늘어나는 것을 방지하는 유효 임피던스를 이용한 반사파 해석방법을 제공하는 데에 있는 것이다.

- <21> 또한, 본 발명은 복잡한 재질로 이루어진 반사면을 전기적 특성이 같은 단일 재질로 간단히 바꿈으로써 레이 트레이싱 방법의 전파 모델을 이용할 때 매번 반사면에서 생기는 반사파에 영향을 주는 임피던스를 유일하게 정의하여 사용하게 됨으로써 계산의 불필요한 절차와 계산시간을 줄일 수 있도록 구성된 유효 임피던스를 이용한 반사파 해석방법을 제공하는 데에 있는 것이다.

### 발명의 구성 및 작용

- <22> 본 발명의 유효 임피던스를 이용한 반사파 해석 방법은 유효 임피던스를 이용한 반사파 해석 방법으로서, 건물 반사면을 2차원으로 모델링하는 모델링단계와, 모델링 단계에서 모델링된 상기 반사면에 전파를 입사시켜 반사파를 얻고 상기 반사파를 균일 매질화하는 매질화단계로 구성되는 것을 특징으로 한다.

- <23> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 구성에 대하여 보다 상세하게 설명하기로 한다.

- <24> 도 1은 본 발명의 실시시에 따른 건물 반사면을 2차원으로 표현하여 나타낸 도면이다.

- <25> 도 1을 참조하여 보면, 건물 반사면을 자세히 살펴보면 수직 방향으로는 구조적 특성이 비슷하므로 도 1처럼 간단하게 2차원으로 모델링할 수 있다. 도 1에는 수평으로 나타나 있지만, 수직면 또는 수평면일 수 있다.

- <26> 먼저, 전파의 송신장치(10)에서 전계( $\vec{E}^i$ ) 및 자계( $\vec{H}^i$ )가 출력되고, 수신장치(20)에서 전계( $\vec{E}^r$ ) 및 자계( $\vec{H}^r$ )를 수신한다.

- <27> 건물 표면의 비균일 매질을 고려하기 위해 균일 매질의 여러 조각으로 구분한 후 n번째 조각의 중점은  $(x_n, y_n)$ 이고 매질의 폭 크기는  $w_n$ 으로 정의하여 균일 매질화한다.

- <28> 수평면과 입사인 경우 균일 매질화된 반사면에서 전체 전계( $\vec{E}^t$ )와 전체 자계( $\vec{H}^t$ )는 각각 다음의 수학적 식 1 및 수학적 식 2와 같이 표현되며, 수학적 식 1 및 수학적 식 2는 다음과 같이 표현된다.

#### 수학적 식 1

$$\vec{E}^t = \vec{E}^i + \vec{E}^r = \hat{h}(1 + R_h)e^{ik_0(k_x^i x + k_y^i y)}$$

<29>

#### 수학적 식 2

$$\vec{H}^t = \vec{H}^i + \vec{H}^r = -Y_0(\hat{v}_+ + R_h \hat{v}_-)e^{ik_0(k_x^i x + k_y^i y)}$$

<30>

<31> 여기서 위치자  $t$ 는 전체 필드를,  $i$ 는 입사 필드를,  $r$ 는 반사 필드를 의미한다.  $k_0$ 는 자유공간에서의 주파수이며  $R_h$ 는 수평편파의 반사계수이고  $R_v$ 는 수직편파의 반사계수이다.  $\hat{k}^i$ 를 입사평

면파의 전파 벡터로 설정하여 놓으면  $\hat{k}^i = k_x^i \hat{x} + k_y^i \hat{y} - k_z^i \hat{z}$ 으로 표현되고 각각의 수직방향 및 수평방

향의 전파벡터를 나타내는 각각의  $\hat{h}$ 과  $\hat{v}$ 은 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$\hat{h} = \frac{1}{k_\rho^i} (k_y^i \hat{x} - k_x^i \hat{y}), \quad \hat{v}_+ = \frac{1}{k_\rho^i} (k_x^i k_z^i \hat{x} + k_x^i k_z^i \hat{y} + k_\rho^{i2} \hat{z})$$

<32>

<33> 여기서 입사평면파의 전파 벡터를 나타내는  $\hat{k}^i$ 는  $\hat{k}^i = k_x^i \hat{x} + k_y^i \hat{y} - k_z^i \hat{z}$ 로 표현된다. 따라

서, 반사평면파의 전파 벡터를 나타내는  $\vec{k}^r$ 은  $\hat{k}^r = k_x^i \hat{x} + k_y^i \hat{y} + k_z^i \hat{z}$ 으로 바뀐다.  $\hat{h}$

은  $k_z^i$ 에 상관이 없어 위 식으로 표현이 되나  $\hat{v}$ 은 다음의 수학적 3과 같이 바뀐다. 수학적 3은 다음과 같다.

### 수학적 3

$$\hat{v}_- = \frac{1}{k_\rho^i} (-k_x^i k_z^i \hat{x} - k_x^i k_z^i \hat{y} + k_\rho^{i2} \hat{z})$$

<34>

<35> 진술한 수학적들을 바탕으로 수신된 전파의 전기전류( $\vec{J}_e$ ) 및 자기전류( $\vec{J}_m$ )는 각각 다음의 수학적 4 및 수학적 5와 같이 표현되며, 수학적 4 및 수학적 5는 각각 다음과 같이 나타낸다.

### 수학적 4

$$\vec{J}_e = \hat{z} \times \vec{H}^t = Y_0 \vec{e} (1 - R_h) e^{ik(k_x^i x + k_y^i y)}$$

<36>

### 수학적 5

$$\vec{J}_m = -\hat{z} \times \vec{E}^t = -\vec{m} (1 + R_h) e^{ik(k_x^i x + k_y^i y)}$$

<37>

<38> 따라서,  $\vec{e} = [k_y^i k_z^i \hat{x} - k_x^i k_z^i \hat{y}] / k_\rho^i$ 이고  $\vec{m} = [k_x^i \hat{x} + k_y^i \hat{y}] / k_\rho^i$ 로 나타낸다. 여기서,  $Y_0$ 는 자유공간에서 전파의 어드미턴스이다.

<39> 수직편과 입사인 경우 비슷한 과정을 통해 전기전류( $\vec{J}_e$ )와 자기전류( $\vec{J}_m$ )는 각각 다음의 수학식 6 및 수학식 7과 같이 나타내며, 수학식 6 및 수학식 7은 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 6

<40> 
$$\vec{J}_e = Y_0 \vec{m} (1 + R_v) e^{ik(k_x^i x + k_y^i y)}$$

수학식 7

<41> 
$$\vec{J}_m = \vec{e} (1 - R_v) e^{ik(k_x^i x + k_y^i y)}$$

<42> 수학식 4, 수학식 5, 수학식 6 및 수학식 7을 이용하여 각각 수평 산란 벡터 및 수직 산란 벡터를 나타내는 각각 다음의 수학식 8 및 수학식 9를 계산할 수 있으며, 수학식 8 및 수학식 9는 다음과 같이 표현된다.

수학식 8

<43> 
$$\vec{S}_h = -\frac{k}{4} I(1 - R_h) \hat{r} \times \hat{r} \times \vec{e}$$

수학식 9

<44> 
$$\vec{S}_v = -\frac{k}{4} I(1 + R_v) \hat{r} \times \hat{r} \times \vec{m}$$

<45> 위 식으로부터 산란전계는  $\vec{E} \sim \frac{e^{ik_0 r}}{r} \vec{S}$  로 쉽게 구할 수 있다. 만약 건물 표면을 N개의 조각으로 구성되어

있으면 전체 산란 전계( $\vec{S}^t$ )는 각 조각에서 발생하는 모든 산란( $\vec{S}_{qn}$ )의 합으로 표시된다고 가정하면 이를 나타내는 수학식 10은 다음과 같이 표시된다.

수학식 10

<46> 
$$\vec{S}^t = \sum_{n=1}^N \vec{S}_{qn}$$

<47> 여기서 q는 수평(horizontal) 또는 수직(vertical)의 방향 중 어느 한 방향을 의미한다. 따라서,  $\vec{S}_{qn}$  은 각 조각의 산란 벡터 식을 나타내는 수학식 8 및 수학식 9를 통합하여 나타낸 것이다.

<48> 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 비균질의 반사면을 유효한 하나의 균일한 매질면으로 대체하는 개념을 나타낸 개념도이다.

<49> 도 2를 참조하여 보면, 비균질 표면을 간단하게 균질 표면으로 바꾸고 이때 진행 방향에서의 산란은 같도록 표면 임피던스를 바꾼다.

<50>

$k_x^i = k_x^s$  이고  $I = w_n$  이 된다. 그러므로 비균질 표면의 산란벡터를 나타내는 수학적 식 11은 다음과 같이 간단하게 표현되며, 수학적 식 11은 다음과 같이 나타낸다.

### 수학적 식 11

<51>

$$\vec{S}_q = -\frac{k}{4} \sum_{n=1}^N w_n (1 \pm R_{q,n}) \hat{r} \times \hat{r} \times \vec{q}$$

<52>

여기서  $\vec{q}$  는  $\vec{e}$  나  $\vec{m}$  중 전기전류의 벡터 또는 자기전류의 벡터 중 어느 하나의 벡터를 의미한다.

<53>

균질 표면의 산란 행렬은 간단히  $\vec{S}_q = -\frac{k}{4} w (1 \pm R_{q,eff}) \hat{r} \times \hat{r} \times \vec{q}$  과 같이 나타내고 두 산란 벡터는 같아야 하므로 다음의 수학적 식 12를 얻을 수 있으며, 수학적 식 12는 다음과 같다.

### 수학적 식 12

<54>

$$\sum_{n=1}^N \frac{w_n}{w} (1 \pm R_{q,n}) = (1 \pm R_{q,eff})$$

<55>

물리적으로 수학적 식 12의 왼쪽은 각 조각에서 반사되는 필드의 총 합이고 오른쪽은 하나의 조각에서 반사되는 필

드를 의미한다. 그리고  $w_n/w$  는 체적율이다. 반사 계수식을 위 식에 넣고 간단하게 정리하면 다음의 수학적 식 13과 같은 유효 임피던스식을 얻을 수 있으며, 수학적 식 13은 다음과 같이 표현된다.

### 수학적 식 13

<56>

$$p_{h,eff} = \frac{\sum_{n=1}^N \frac{w_n}{w} P_{h,n} (1 + R_{h,n})}{\sum_{n=1}^N \frac{w_n}{w} (1 + R_{h,n})}, \quad p_{v,eff} = \frac{\sum_{n=1}^N \frac{w_n}{w} (1 - R_{v,n})}{\sum_{n=1}^N \frac{w_n}{w} \frac{1}{P_{v,n}} (1 - R_{v,n})}$$

<57>

수학적 식 13은 주파수가 변수로 작용하는 함수가 아니므로 모든 주파수 범위에서 사용할 수 있으며, 유효임피던스식을 반사파에 적용하여 반사파를 해석할 수 있다.

<58>

한편, 이와 같은 연산은 송신장치(10) 또는 수신장치(20)에서 모두 연산가능하며, 바람직하게는 송신장치(10)에서 연산한다. 그리고, 전술한 바와 같이 송신장치(10)는 기지국이 될 수 있으며, 수신장치(20)는 다른 기지국 또는 이동 단말기가 될 수 있다.

<59>

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 수평편파의 경우 각각 산란필드의 크기와 위상을 나타낸 그래프이며, 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일실시예에 따른 수직편파의 경우 각각 산란필드의 크기와 위상을 나타낸 그래프이다. 도 3a, 도 3b, 도 4a 및 도 4b에서 original은 비균질 표면에 대한 PO(Physical Optics) 근사로 계산된 경우이고, exact는 입사각의 함수인 유효 임피던스를 사용했을 경우이고, approximate는 상수 임피던스를 사용한 경우이다. 도면에서 보듯이 exact 경우는 정확히 original 경우와 일치하나 approximate는 약간의 오차를 보인다. 따라서 본 발명에서 제안한 유효 임피던스에 의한 전파의 모델링은 실제의 경우와 일치함을 알 수 있다.

### 발명의 효과

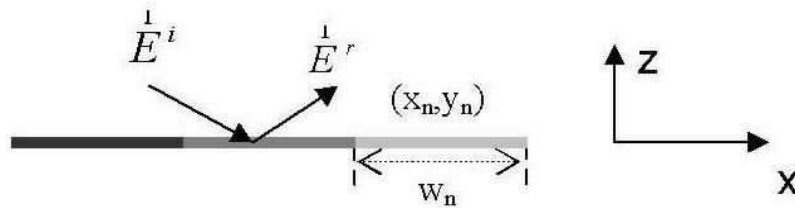
- <60> 본 발명은 전술한 바와 같이 본 발명에서 제안한 유효 임피던스에 의한 전파의 모델링은 실제의 경우와 일치하여 비균일 매질의 반사파를 균일 매질의 반사파로 대체하여 사용할 수 있으므로 복잡한 비균질 매질을 균질 매질로 대체하여 전파 모델링에 대한 계산량이 현격하게 줄어 쉽게 전파 모델링할 수 있는 효과가 있다.
- <61> 또한, 본 발명은 복잡한 재질로 이루어진 반사면을 전기적 특성이 같은 단일 재질로 간단히 바꿈으로써 레이 트레이싱 방법의 전파 모델을 이용할 때 매번 반사면에서 생기는 반사파에 영향을 주는 임피던스를 유일하게 단일면에 대하여 정의하여 사용하게 됨으로써 계산의 불필요한 절차와 계산시간을 줄여 기지국에 가해지는 부하를 경감시키는 효과가 있는 것이다.

### 도면의 간단한 설명

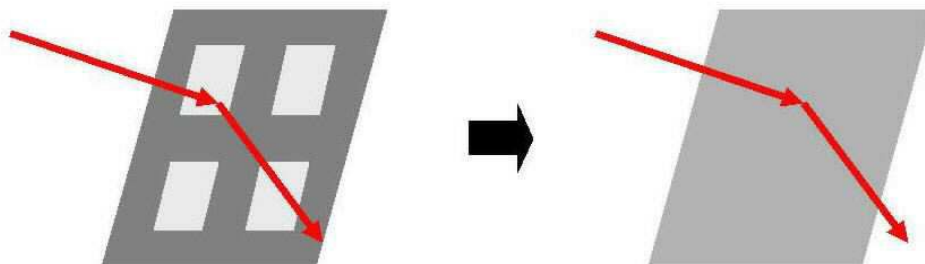
- <1> 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 건물 반사면을 2차원으로 표현하여 나타낸 도면.
- <2> 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 비균질의 반사면을 유효한 하나의 균일한 매질면으로 대체하는 개념을 나타낸 개념도.
- <3> 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 수평편파의 경우 각각 산란필드의 크기와 위상을 나타낸 그래프.
- <4> 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일실시예에 따른 수직편파의 경우 각각 산란필드의 크기와 위상을 나타낸 그래프.

### 도면

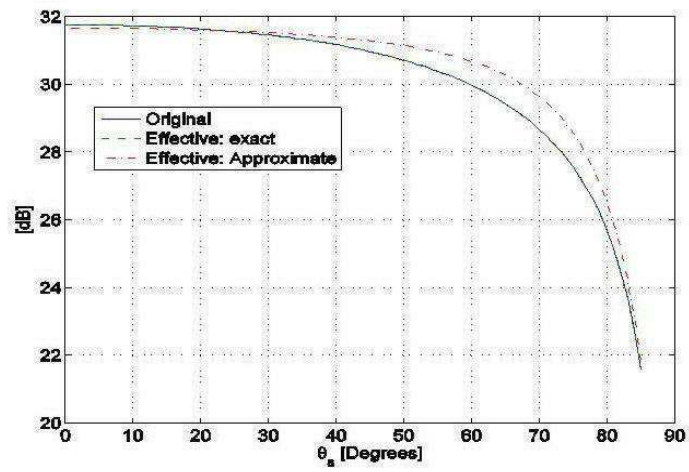
도면1



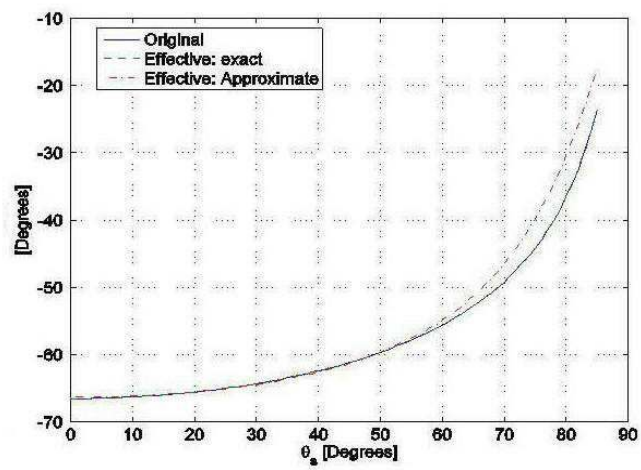
도면2



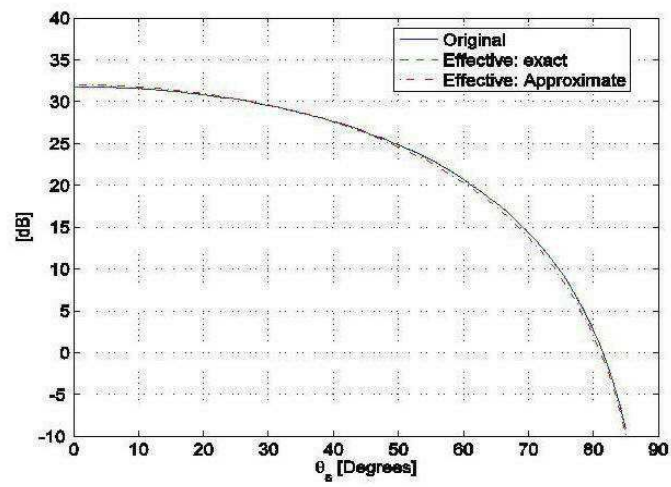
도면3a



도면3b



도면4a



도면4b

