



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년12월11일  
(11) 등록번호 10-2189953  
(24) 등록일자 2020년12월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01Q 9/04 (2018.01)

(52) CPC특허분류

H01Q 9/0407 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0088477

(22) 출원일자 2019년07월22일

심사청구일자 2019년07월22일

(56) 선행기술조사문헌

JP4163735 B2\*

KR1020070037694 A

KR1020090131131 A

KR1020110035722 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

유정훈

서울특별시 강남구 언주로 332, 102동 1304호 (역삼동, 역삼푸르지오아파트)

신현도

경기도 수원시 영통구 영통로 498, 158동 2층 202호 (영통동, 황골마을주공1단지아파트)

이원택

서울특별시 서대문구 성산로 408-20, 302호 (창천동)

(74) 대리인

윤병국, 이영규

전체 청구항 수 : 총 8 항

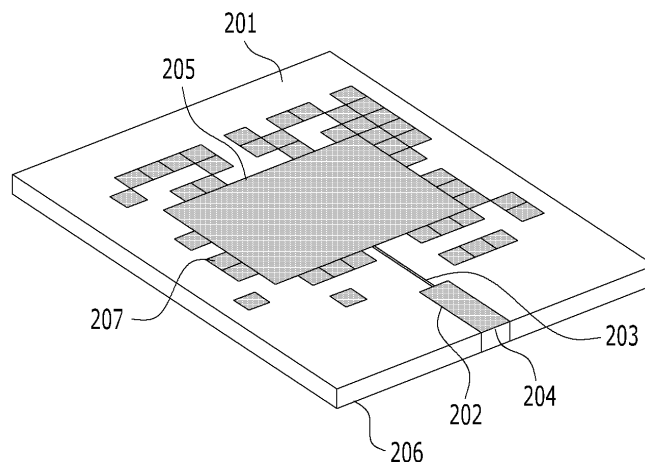
심사관 : 나병윤

(54) 발명의 명칭 단위 금속 패치로 구성되는 마이크로 스트립 안테나의 설계방법

(57) 요약

개시되는 발명은 단위 금속 패치로 구성되는 마이크로 스트립 안테나의 설계방법에 관한 것으로서, 유전체로 이루어진 기판상에서 금속 패치가 형성될 영역을 단위 영역의 2차원 행렬로 설정하고, 이 설정된 2차원 행렬에 대해 단위 금속 패치가 형성되는 영역에 대해서는 1의 값을, 단위 금속 패치가 형성되지 않는 공백 영역에 대해서는 0의 값을 무작위로 부여한 복수의 부모 후보를 추출하여 부모 세대의 모집단을 생성하고, 선택된 부모 후보를 교배하여 자손을 생성하여 안테나의 성능을 전역 최적화하는 유전 알고리즘을 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2018031468
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중견연구자지원사업
연구과제명	마이크로파 대역 메타구조의 설계와 응용(3/4)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2018.04.01 ~ 2019.02.28

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

유전체로 이루어진 기관상에서 금속 패치가 형성될 영역을 단위 영역의 2차원 행렬로 설정하는 단계(S10);

상기 2차원 행렬의 각 단위 영역에 대해, 단위 금속 패치가 형성되는 영역에 대해서는 1의 값을, 단위 금속 패치가 형성되지 않는 공백 영역에 대해서는 0의 값을 무작위로 부여한 복수의 부모 후보를 추출하여 부모 세대의 모집단을 생성하는 단계(S20);

상기 추출된 각 부모 후보에 대해 안테나의 성능을 평가하는 단계(S30);

상기 추출된 부모 후보 중에서 안테나의 성능 평가 결과에 기초하여 부 모델과 모 모델을 각각 하나씩 선택하는 단계(S40);

상기 2차원 행렬과 동일한 크기의 행렬로서 그 성분이 제1 영역과 제2 영역의 2개 영역으로 무작위적으로 분할된 분열 행렬을 생성하는 단계(S50);

상기 부 모델과 모 모델에 대해, 상기 분열 행렬의 제1 영역과 중첩되는 단위 영역만을 추출한 부 모델-1과 모 모델-1을 생성하고, 또한 상기 분열 행렬의 제2 영역과 중첩되는 단위 영역만을 추출한 부 모델-2와 모 모델-2를 생성하는 단계(S60);

상기 부 모델-1과 모 모델-2를 합하여 자손-1을 생성하고, 또한 부 모델-2와 모 모델-1을 합하여 자손-2를 생성하는 단계(S70);

상기 S30 단계부터 S70 단계를 반복하여 상기 부모 세대의 모집단과 동일한 크기의 자손 세대 모집단을 생성하는 단계(S80);

상기 자손 세대 모집단의 각 자손에 대해 안테나의 성능을 평가하는 단계(S90);

상기 부모 세대의 모집단과 상기 자손 세대 모집단에 대한 안테나의 성능 평가 결과를 비교하고, 상기 자손 세대 모집단에 대한 안테나의 성능이 목적 수준에 도달할 때까지 상기 자손 세대 모집단을 새로운 부모 세대 모집단으로 하여 상기 S40 단계부터 S90 단계를 반복하는 단계(S100); 및

안테나의 성능이 목적 수준에 도달한 자손의 2차원 행렬의 각 단위 영역에 대해 순차적으로 1의 값은 0의 값으로 바꾸고 0의 값은 1의 값으로 바꾼 후 안테나의 성능을 평가하는 온/오프 최적화 단계(S110);

를 포함하는 단위 금속 패치로 구성되는 마이크로 스트립 안테나의 설계방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 S70 단계는,

각각의 자손에 대해 2차원 행렬의 일부 영역을 무작위로 변경 또는 교체하는 변이 단계(S71)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 단위 금속 패치로 구성되는 마이크로 스트립 안테나의 설계방법.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 S100 단계는,

상기 자손 세대 모집단에 대한 안테나의 성능이 목적 주파수 대역에 수렴할 때까지 상기 자손 세대 모집단을 새로운 부모 세대 모집단으로 하여 상기 S40 단계부터 S90 단계를 반복하는 것을 특징으로 하는 단위 금속 패치로 구성되는 마이크로 스트립 안테나의 설계방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 S100 단계는,

상기 부모 세대의 모집단과 상기 자손 세대 모집단에 대한 안테나의 성능 평가 결과를 비교하고, 상기 자손 세대 모집단의 최상의 자손이 상기 부모 세대의 모집단의 최상의 부모보다 열등한 경우에는, 상기 자손 세대 모집단의 최하의 자손을 상기 부모 세대의 모집단의 최상의 부모로 교체하여 새로운 부모 세대 모집단을 만든 후 상기 S40 단계부터 S90 단계를 반복하는 것을 특징으로 하는 단위 금속 패치로 구성되는 마이크로 스트립 안테나의 설계방법.

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 S110 단계는,

0과 1의 값을 서로 교체한 후의 안테나의 성능 평가 결과가 교체하기 이전보다 열등한 경우에는 이전의 2차원 행렬로 복원하고, 교체한 이후의 성능 평가 결과가 우월한 경우에는 이를 저장하며, 이후 다음의 단위 영역에 대해 온/오프 최적화를 반복하는 것을 2차원 행렬의 끝까지 진행하는 것을 특징으로 하는 단위 금속 패치로 구성되는 마이크로 스트립 안테나의 설계방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 S10 단계는,

금속 패치가 형성될 영역을 기본 패치 영역과 단위 금속 패치 영역으로 구분하고, 상기 단위 금속 패치 영역에 대해서만 상기 2차원 행렬을 설정하는 것을 특징으로 하는 단위 금속 패치로 구성되는 마이크로 스트립 안테나의 설계방법.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 S40 단계는,

상기 추출된 부모 후보의 안테나의 성능 평가 결과의 정량적 수치에 선택될 확률이 비례하는 룰렛 선택(Roulette Wheel Selection)에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 단위 금속 패치로 구성되는 마이크로 스트립 안테나의 설계방법.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 S50 단계는,

0과 1의 영역으로 무작위적으로 분할된 2차원 템플릿을 복수 개 중첩하고, 이에 따라 중첩된 영역별로 0과 1을 합산한 결과 상기 중첩된 영역이 짝수인 경우(여기서, 0은 짝수로 취급)에는 상기 제1 영역으로 설정하고, 홀수인 경우에는 상기 제2 영역으로 설정하여 상기 분열 행렬을 생성하는 것을 특징으로 하는 단위 금속 패치로 구성되는 마이크로 스트립 안테나의 설계방법.

### 발명의 설명

## 기술분야

[0001] 본 발명은 단위 금속 패치로 구성되는 마이크로 스트립 안테나의 설계방법에 관한 것으로서, 전역 최적화 기법 중의 하나인 유전 알고리즘(Genetic Algorithm)을 이용하여 목적 주파수 대역에 적합한 단위 금속 패치의 패턴을 진산적으로 설계할 수 있는 방법에 관한 것이다.

## 배경기술

[0002] 현대 사회의 발전과 더불어 많은 장비들의 소형화 및 정량적 성능 향상을 목적으로 한 기술개발이 집중되고 있으며, 이에 걸맞은 무선통신 장비 개선에 대한 관심 또한 많아졌다. 무선통신 장비에 탑재되는 요소기술 중 하나인 패치 안테나는 마이크로 스트립 안테나의 일종으로서, 패치 안테나는 유전체로 구성된 기판 위에 사각형 또는 원형의 형태로 금속 패치를 구성하여 작동 주파수 대역을 조절할 수 있으며, 목표로 하는 주파수 대역에서 신호를 수신하는 안테나를 말한다.

[0003] 이러한 패치 안테나는 인쇄 기술 기반으로 제작할 수 있는 가공의 용이함으로 인해 대량 생산에 적합하고, 제작 비용이 저렴하며, 두께가 얇아 우주선, 미사일, 인공위성, 휴대폰 등에 쉽게 부착이 가능하다. 또한 유전체 적층 구조 및 기생 패치를 부착하는 등 주변 소자를 적절히 변경하면 주파수 특성 조절이 가능하다는 장점을 지닌다.

[0004] 그러나 커플링을 발생시키고, 협소한 대역폭을 가진다는 단점이 있으며, 고주파수를 대상으로 제작시에는 치수 및 크기의 미세한 변화에도 주파수 대역이 매우 민감하게 반응하여 공정의 정밀도에 따라 초기 설정된 주파수 대역과 가공 후의 주파수 대역이 서로 상이하게 작동할 수 있으므로 제작 시 매우 작은 허용 공차를 요구한다.

[0005] 또한, 일반적인 구형 마이크로 스트립 패치 안테나는 초기 설계 단계에서 전송 선로 또는 공진기 모델을 기반으로 주로 설계하는데, 이는 몇 가지 이상적인 가정을 기반으로 만들어진 경험적 설계 모델이기 때문에, 이를 통해 설계하는 경우 목표 작동주파수에서 벗어난 대역에서 동작할 수 있기에 설계자가 원하는 목표 주파수 대역에서 작동하기 위해서는 많은 시행착오를 겪어야 하며, 추가적인 소자 연결이 필요할 수 있다.

[0006] 따라서, 이상적인 가정에 기반한 경험적 설계에서 벗어나 시행착오를 줄일 수 있고 추가적인 소자 연결이 필요치 않아 공간의 효율성이 높으며, 작동 주파수에 따른 설계 변경 요소를 최대한 줄일 수 있는 새로운 설계방법에 대한 요구가 높아지고 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제2019-0002710호 (2019.01.08 공개)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 종래의 전송 선로 기반의 이상적인 가정에 기초한 경험적인 설계방식에서 벗어나 시행착오를 겪지 않고 마이크로 스트립 패치 안테나를 설계할 수 있고, 또한 유전체나 변조기에 대한 설계 변경 또는 추가적인 소자 연결 없이도 다양한 목표 주파수 대역별로 마이크로 스트립 패치 안테나를 설계할 수 있는 방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

### 과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은 단위 금속 패치로 구성되는 마이크로 스트립 안테나의 설계방법에 관한 것으로서, 유전체로 이루어진 기판상에서 금속 패치가 형성될 영역을 단위 영역의 2차원 행렬로 설정하는 단계(S10);와, 상기 2차원 행렬의 각 단위 영역에 대해, 단위 금속 패치가 형성되는 영역에 대해서는 1의 값을, 단위 금속 패치가 형성되지 않는 공백 영역에 대해서는 0의 값을 무작위로 부여한 복수의 부모 후보를 추출하여 부모 세대의 모집단을 생성하는 단계(S20);와, 상기 추출된 각 부모 후보에 대해 안테나의 성능을 평가하는 단계(S30);와, 상기 추출된 부모 후보 중에서 안테나의 성능 평가 결과에 기초하여 부모 모델과 모 모델을 각각 하나씩 선택하는 단계(S40);와, 상기

2차원 행렬과 동일한 크기의 행렬로서 그 성분이 제1 영역과 제2 영역의 2개 영역으로 무작위적으로 분할된 분열 행렬을 생성하는 단계(S50);와, 상기 부 모델과 모 모델에 대해, 상기 분열 행렬의 제1 영역과 중첩되는 단위 영역만을 추출한 부 모델-1과 모 모델-1을 생성하고, 또한 상기 분열 행렬의 제2 영역과 중첩되는 단위 영역만을 추출한 부 모델-2와 모 모델-2를 생성하는 단계(S60);와, 상기 부 모델-1과 모 모델-2를 합하여 자손-1을 생성하고, 또한 부 모델-2와 모 모델-1을 합하여 자손-2를 생성하는 단계(S70);와, 상기 S30 단계부터 S70 단계를 반복하여 상기 부모 세대의 모집단과 동일한 크기의 자손 세대 모집단을 생성하는 단계(S80);와, 상기 자손 세대 모집단의 각 자손에 대해 안테나의 성능을 평가하는 단계(S90); 및 상기 부모 세대의 모집단과 상기 자손 세대 모집단에 대한 안테나의 성능 평가 결과를 비교하고, 상기 자손 세대 모집단에 대한 안테나의 성능이 목적 수준에 도달할 때까지 상기 자손 세대 모집단을 새로운 부모 세대 모집단으로 하여 상기 S40 단계부터 S90 단계를 반복하는 단계(S100)를 포함한다.

- [0010] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 S70 단계는, 각각의 자손에 대해 2차원 행렬의 일부 영역을 무작위로 변경 또는 교체하는 변이 단계(S71)를 더 포함할 수 있다.
- [0011] 그리고, 상기 S100 단계는, 상기 자손 세대 모집단에 대한 안테나의 성능이 목적 주파수 대역에 수렴할 때까지 상기 자손 세대 모집단을 새로운 부모 세대 모집단으로 하여 상기 S40 단계부터 S90 단계를 반복할 수 있다.
- [0012] 그리고, 상기 S100 단계는, 상기 부모 세대의 모집단과 상기 자손 세대 모집단에 대한 안테나의 성능 평가 결과를 비교하고, 상기 자손 세대 모집단의 최상의 자손이 상기 부모 세대의 모집단의 최상의 부모보다 열등한 경우에는, 상기 자손 세대 모집단의 최하의 자손을 상기 부모 세대의 모집단의 최상의 부모로 교체하여 새로운 부모 세대 모집단을 만든 후 상기 S40 단계부터 S90 단계를 반복할 수도 있다.
- [0013] 한편, 본 발명의 실시형태에 따라서는, 상기 S100 단계 이후에, 안테나의 성능이 목적 수준에 도달한 자손의 2차원 행렬의 각 단위 영역에 대해 순차적으로 1의 값은 0의 값으로 바꾸고 0의 값은 1의 값으로 바꾼 후 안테나의 성능을 평가하는 온/오프 최적화 단계(S110)를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 여기서, 상기 S110 단계는, 0과 1의 값을 서로 교체한 후의 안테나의 성능 평가 결과가 교체하기 이전보다 열등한 경우에는 이전의 2차원 행렬로 복원하고, 교체한 이후의 성능 평가 결과가 우월한 경우에는 이를 저장하며, 이후 다음의 단위 영역에 대해 온/오프 최적화를 반복하는 것을 2차원 행렬의 끝까지 진행하게 된다.
- [0015] 그리고, 본 발명의 실시형태에 따라서, 상기 S10 단계는, 금속 패치가 형성될 영역을 기본 패치 영역과 단위 금속 패치 영역으로 구분하고, 상기 단위 금속 패치 영역에 대해서만 상기 2차원 행렬을 설정할 수 있다.
- [0016] 그리고, 상기 S40 단계는, 상기 추출된 부모 후보의 안테나의 성능 평가 결과의 정량적 수치에 선택될 확률이 비례하는 룰렛 선택(Roulette Wheel Selection)에 의해 수행될 수 있다.
- [0017] 그리고, 상기 S50 단계는, 0과 1의 영역으로 무작위적으로 분할된 2차원 템플릿을 복수 개 중첩하고, 이에 따라 중첩된 영역별로 0과 1을 합산한 결과 상기 중첩된 영역이 짝수인 경우(여기서, 0은 짝수로 취급)에는 상기 제1 영역으로 설정하고, 홀수인 경우에는 상기 제2 영역으로 설정하여 상기 분열 행렬을 생성할 수 있다.

### 발명의 효과

- [0018] 상기와 같은 구성을 가진 본 발명의 단위 금속 패치로 구성되는 마이크로 스트립 안테나의 설계방법은 종래의 전송 선로나 공진기 모델 기반의 경험적 설계에서 벗어나 안테나의 성능을 전역 최적화하는 유전 알고리즘을 사용함으로써 시행착오 없이 마이크로 스트립 안테나를 설계하는 것이 가능해진다.
- [0019] 이러한 본 발명의 마이크로 스트립 안테나의 설계방법은 단위 금속 패치의 패턴을 확률적으로 설계함으로써 목표 성능을 만족하는 최적해를 다양하게 도출할 수 있으며, 또한 단위 금속 패치의 패턴 변경만으로도 목표 작동 주파수를 다양하게 설계할 수 있으므로 설계의 자유도는 높으면서도 하드웨어 상의 설계 변경 폭은 크게 줄일 수 있다는 이점을 가진다.

### 도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 종래의 패치 안테나 타입의 마이크로 스트립 안테나를 도시한 도면.
- 도 2는 도 1의 마이크로 스트립 안테나에 전력이 인가되었을 때의 기관 상면에서의 정규화된 전기장 분포.
- 도 3은 본 발명의 마이크로 스트립 안테나의 설계방법에 따라 재설계된 새로운 마이크로 스트립 안테나의 일례

를 도시한 도면.

도 4는 도 3의 새로운 마이크로 스트립 안테나에 전력이 인가되었을 때의 기관 상면에서의 정규화된 전기장 분포.

도 5는 본 발명에 따른 단위 금속 패치로 구성되는 마이크로 스트립 안테나의 설계방법에 대한 순서도.

도 6은 2차원 행렬의 각 단위 영역에 무작위적으로 0과 1의 값이 부여된 부모 후보의 일례를 도시한 도면.

도 7은 행렬 성분이 제1 영역과 제2 영역의 2개 영역으로 무작위적으로 분할된 분열 행렬을 생성하는 알고리즘을 설명하는 도면.

도 8은 선택된 부 모델과 모 모델에 대해 분열 행렬을 적용한 후 복수의 부모 서브 모델을 교배하여 자손을 생성하는 과정을 설명하는 도면..

도 9는 생성된 자손에 대해 2차원 행렬의 일부 영역을 무작위로 변경 또는 교체하는 변이 단계를 설명하는 도면.

도 10은 안테나의 성능이 목적 수준에 도달한 자손의 2차원 행렬의 각 단위 영역에 대해 온/오프 최적화 과정을 수행하는 것을 모식적으로 도시한 도면.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예를 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0022] 본 발명에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 발명에서, '포함하다' 또는 '가지다' 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0023] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다. 이때, 첨부된 도면에서 동일한 구성 요소는 가능한 동일한 부호로 나타내고 있음에 유의한다. 또한, 본 발명의 요지를 흐리게 할 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략할 것이다. 마찬가지로 이유로 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 개략적으로 도시되었다.
- [0024] 본 발명은 단위 금속 패치로 구성되는 마이크로 스트립 안테나의 설계방법에 관한 것으로서, 마이크로 스트립 안테나의 유전체로 구성된 기관 위에 형성되는 금속 패치를 복수의 단위 금속 패치의 집합체로 설계하는 방법에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 마이크로 스트립 안테나의 단위 금속 패치의 패턴을 작동 주파수 대역에 맞춰 최적화 설계하는 방법을 제시하며, 이를 위해 최적화 알고리즘으로서 유전 알고리즘을 사용하고 있다.
- [0025] 유전 알고리즘은 자연 진화와 적자생존의 원리를 차용하여 진화와 도태의 과정을 거쳐 해를 도출하는 전역 최적화 방법으로서, 본 발명에서는 0과 1로 구성된 여러 해의 후보들과 이들의 성능을 평가하는 적합 함수, 그리고 다음 세대로 넘어갈 후보들을 선별하는 선택과 자손세대를 결정하는 교차, 나아가 변이의 과정으로 구성되어 있으며, 이러한 세대 교체를 반복하여 최적의 해를 도출하게 된다. 다만, 유전 알고리즘은 확률에 기반한 계산 방법이기 때문에 최적해에 도달하기까지의 시간이 오래 걸리기에, 이를 보완할 필요가 있기도 하다.
- [0026] 도 1은 종래의 패치 안테나 타입의 마이크로 스트립 안테나(100)를 도시한 것이다. 도시된 마이크로 스트립 안테나(100)는 유전체로 구성된 기관(101) 위에 전송 선로(102)와 변조기(103), 그리고 금속 패치(105)가 형성되어 있으며, 유전체 기관(101)의 아래 전체 면은 접지면(106)으로서 구리와 같은 도체 금속 판이 부착되어 있다. 이러한 마이크로 스트립 안테나(100)는 입력 포트(104)에 전력을 인가하여 작동시키는 구조이다.
- [0027] 마이크로 단위 또는 밀리미터 단위의 파장에 사용되는 마이크로 스트립 안테나(100)는 입력 포트와 작동 주파수에 의해 선정된 금속 패치 사이의 임피던스 특성에 따라 고정된 치수 및 형태를 요구하며, 이에 따라 정해진 작동 주파수 대역만을 제공한다.
- [0028] 도 1의 마이크로 스트립 안테나(100)는 전송 선로 모델을 기반으로 목적 주파수 10GHz에 대해 설계한 것인데, 도 1의 마이크로 스트립 안테나(100)에 전력이 인가되었을 때의 기관(101) 상면에서의 정규화된 전기장 분포가 도



2에 도시되어 있다. 일반적으로 패치 안테나는 입력 포트로부터 전송 선로에 전력이 인가되면 금속 패치에 전류가 흐르면서 전기장을 발생시키고, 금속 패치의 가장자리와 접지면 사이에서의 공진을 통해 신호를 송수신하는 원리로 작동한다. 도 2를 보면, 10GHz의 주파수에 대해 금속 패치가 아닌 전송 선로와 변조기 사이에서 전기장의 세기가 가장 큰 것으로 나타나고 있는데, 이는 안테나의 공진이 금속 패치에서 이루어지지 않는 것으로서 안테나의 방사 성능이 좋지 않다는 것을 의미한다.

[0029] 도 3은 도 1에 도시된 종래의 마이크로 스트립 안테나(100)를 본 발명의 마이크로 스트립 안테나의 설계방법에 따라 재설계 내지 개선한 새로운 마이크로 스트립 안테나(200)의 일례를 도시하고 있다. 도 1과 비교하면, 도 3의 새로운 마이크로 스트립 안테나(200)는 금속 패치(205, 207)의 패턴이 크게 달라졌음을 알 수 있으며, 특히 정방형인 복수의 단위 금속 패치(207)가 비정형적인 형태로 분포되어 있다는 데 특색이 있다. 새로운 마이크로 스트립 안테나(200)는 종래와 동일한 기본 금속 패치(205) 외에 단위 금속 패치(207)를 더 포함하고 있는 것을 제외하고는, 기관(201), 전송 선로(202), 변조기(203), 입력 포트(204), 접지면(206)의 구성은 동일하다.

[0030] 도 4는 도 3의 새로운 마이크로 스트립 안테나에 대한 전기장 세기를 도시한 것인데, 10GHz의 주파수에 대해 금속 패치의 가장자리에서 전기장의 세기가 가장 강하게 형성되어 있으며, 크기 또한 증가함을 볼 수 있다. 이를 도 2와 비교하면 안테나의 공진이 전송 선로와 변조기에서 금속 패치 쪽으로 이동하였고 이는 곧 안테나의 방사 성능이 개선되었음을 나타내는 것이다.

[0031] 본 발명은 도 3과 같은 단위 금속 패치로 구성되는 마이크로 스트립 안테나의 설계방법을 제시하며, 이에 대해서는 이하에서 상세히 설명한다.

[0032] 앞서 간략히 기재한 것과 같이, 본 발명의 설계방법은 전역 최적화 방법의 하나인 자연 진화와 적자생존의 원리를 이용하여 진화와 도태의 과정을 거쳐 해를 도출하는 유전 알고리즘에 기초한 것으로서, 상세한 과정은 아래의 설명과 같으며 전체적인 과정은 도 5의 순서도를 참고하기 바란다.

[0033] 먼저, 유전체로 이루어진 기관상에서 금속 패치가 형성될 영역을 정하고, 이 정해진 영역을 단위 영역의 2차원 행렬로 설정한다(S10 단계). 즉, 기관상에서 금속 패치가 형성될 영역이 단위 금속 패치의 행과 열로서 이루어지도록 종횡으로 분할하는 것이다. 2차원 행렬의 크기가 클수록 최적해에 도달하기까지의 시간이 오래 걸리므로, 적절한 크기를 선정할 필요가 있다.

[0034] 그리고, 선정된 2차원 행렬의 각 단위 영역에 대해, 단위 금속 패치가 형성되는 영역에 대해서는 1의 값을, 단위 금속 패치가 형성되지 않는 공백 영역에 대해서는 0의 값을 무작위로 부여한 복수의 부모 후보를 추출하여 부모 세대의 모집단을 생성한다(S20 단계). 도 6은 설명을 위해 4×4의 부모 후보를 도시하고 있다. 금속 패치가 형성될 영역의 각 단위 영역은 금속 패치가 형성되거나 공백으로 남아 있을 수 있는 2가지 경우만이 있으므로, 0과 1의 값만으로 부모 후보의 2차원 행렬을 구성할 수 있다. 부모 세대의 모집단 크기 또한 최적해가 도출될 확률과 계산 시간을 고려하여 적절히 선정한다.

[0035] 부모 세대의 모집단이 생성되면, 모집단 내의 각 부모 후보에 대해 이들의 성능을 나타내는 적합 함수를 통해 각 부모 후보를 평가한다(S30 단계). 본 발명에서는 적합 함수로서 패치 안테나의 성능, 예를 들어 작동 주파수 대역을 평가하는 함수를 적용하여 각 부모 후보를 평가할 수 있다.

[0036] 부모 세대의 모집단으로 추출된 모든 부모 후보에 대한 성능 평가가 끝나면, 이 결과를 바탕으로 하여 모집단 중에서 부 모델과 모 모델을 각각 하나씩 선택한다(S40 단계). 이때, 부 모델과 모 모델은 성능 평가의 결과가 가장 우수한 1, 2위를 선택해야만 하는 것은 아니다. 오히려 이렇게 선택하면 부모는 항상 동일해져서 이들을 교배한 자손의 다양성이 줄어들기 때문에 최적해의 도출에 불리하며, 따라서 성능 평가의 결과가 좋지 않더라도 부모 후보에서 완전히 배제하는 것은 바람직하지 못하다.

[0037] 본 발명에서는 추출된 부모 후보의 안테나의 성능 평가 결과에 기초하는 동시에 적자생존의 원리를 반영하도록, 추출된 부모 후보의 안테나의 성능 평가 결과의 정량적 수치에 선택될 확률이 비례하는 룰렛 선택(Roulette Wheel Selection)에 의해 부 모델과 모 모델을 각각 하나씩 선택하고 있다. 즉, 부모 세대 모집단 전체의 정량적 평가 수치가 100이고 어떤 부모 A의 개인 평가 수치가 25라면, 부모 A는 25%의 확률로 선택받는 것이다. 따라서, 우수한 부모 후보일수록 적자생존의 원리대로 자손을 남길 확률이 높아지면서, 성능 평가의 결과가 좋지 않은 부모 후보도 선택에서 완전히 배제되지 않도록 알고리즘이 설계될 수 있다.

[0038] 부 모델과 모 모델이 정해지면, 이들을 교배하여 자손을 생성해야 하는데, 교배 이전에 부 모델과 모 모델의 각 행렬 성분을 무작위로 나눌 필요가 있다. 이는 유성생식을 하는 생물에서 생식세포를 만들기 위해 일어나는 감수분열에 상응하는 것인데, 부 모델과 모 모델의 성분(유전자 정보)을 무작위로 나누고(감수분열), 이를 합침



(교배)으로써 다양한 자손을 만들어낼 수 있다.

- [0039] 본 발명에서는 부모 후보의 2차원 행렬과 동일한 크기의 행렬로서 그 성분이 제1 영역과 제2 영역의 2개 영역으로 무작위적으로 분할된 분열 행렬을 생성하고(S50 단계), 이 분열 행렬을 이용하여 부모 모델과 모 모델을 나눈다(S60 단계).
- [0040] 도 7은 행렬 성분이 제1 영역과 제2 영역의 2개 영역으로 무작위적으로 분할된 분열 행렬을 생성하는 알고리즘을 도식적으로 설명하고 있다. 2차원 템플릿은 0과 1의 영역으로 무작위적으로 분할(경계선을 임의로 생성)할 수 있고 이런 2차원 템플릿을 여러 개 만들 수 있는데, 이렇게 만들어진 복수 개의 2차원 템플릿을 서로 겹치게 중첩한다. 중첩된 여러 개의 2차원 템플릿은 0과 1의 경계선이 얼기설기 겹치면서 분할된 영역의 개수가 크게 증폭하는데, 중첩된 영역별로 0과 1을 합산할 수 있다(도면으로 보자면, 어느 하나의 중첩된 영역에 1의 영역이 3개 겹쳐 있으면 3으로 합산할 수 있는 것이다). 합산한 결과 중첩된 영역이 짝수인 경우(여기서, 0은 짝수로 취급)에는 제1 영역으로 설정하고, 홀수인 경우에는 제2 영역으로 설정함으로써 제1 영역과 제2 영역의 2개 영역으로 무작위적으로 분할된 분열 행렬을 생성할 수 있다.
- [0041] 다만, 도 7은 분열 행렬의 생성 원리를 설명하기 위한 단순화된 개념도로서, 2차원 행렬에 대해서도 동일한 원리를 적용할 수 있음에 유의해야 한다. 즉, 2차원 행렬의 성분(단위 영역)을 따르는 경계선을 임의로 생성하고 중첩함으로써 2차원의 분열 행렬을 만들 수 있다.
- [0042] 분열 행렬이 준비되면, 선택된 부모 모델과 모 모델에 대해, 분열 행렬의 제1 영역과 중첩되는 단위 영역만을 추출한 부모 모델-1과 모 모델-1을 생성하고, 또한 분열 행렬의 제2 영역과 중첩되는 단위 영역만을 추출한 부모 모델-2와 모 모델-2를 생성하게 된다(S60 단계). 도 8은 이러한 분열 과정을 설명하고 있는데, 부모 모델에 대해 분열 행렬을 겹쳤을 때 짝수에 해당하는 성분(제1 영역에 해당하는 성분)만을 추출하여 부모 모델-1을 만들고, 홀수에 해당하는 성분(제2 영역에 해당하는 성분)만을 추출하여 부모 모델-2를 만들 수 있으며, 모 모델에 대해서도 동일하게 분열 행렬을 적용하여 모 모델-1과 모 모델-2를 만들 수 있다.
- [0043] 위와 같이, 선택된 부모 모델과 모 모델에 대해 분열 행렬을 적용하면 총 4개의 서브 모델이 추출되는데, 이후 S70 단계에서는 부모 모델-1과 모 모델-2를 합하여 자손-1을 생성하고, 또한 부모 모델-2와 모 모델-1을 합하여 자손-2를 생성한다. 2차원 행렬에 대해 "○ 모델-1"과 "○ 모델-2"는 서로 상보하는 형태이기 때문에 자손-1과 자손-2는 완벽히 동일한 크기의 2차원 행렬을 이루게 되며, 결국 2명의 부모를 교배하여 2명의 자손을 얻게 된다.
- [0044] 이상에서 설명한 S30 단계부터 S70 단계를 반복하여 부모 세대의 모집단과 동일한 크기의 자손 세대 모집단을 생성하고(S80 단계), 자손 세대 모집단의 각 자손에 대해 안테나의 성능을 평가하며(S90 단계), 이후 부모 세대의 모집단과 자손 세대 모집단에 대한 안테나의 성능 평가 결과를 비교하고, 자손 세대 모집단에 대한 안테나의 성능이 목적 수준에 도달할 때까지 자손 세대 모집단을 새로운 부모 세대 모집단으로 하여 S40 단계부터 S90 단계를 반복함으로써(S100 단계) 단위 금속 패치로 구성되는 마이크로 스트립 안테나의 설계를 전역 최적화할 수 있다.
- [0045] 그리고, 이상의 설명에 따른 본 발명의 마이크로 스트립 안테나의 설계방법은 최적해 도출의 수렴성을 강화하고 결과 도출의 시간(반복연산의 회수)을 줄이기 위해 몇몇 단계를 더 추가할 수 있다.
- [0046] 그 하나로는 자손-1과 자손-2를 얻고(S70 단계), 이후 각각의 자손에 대해 2차원 행렬의 일부 영역을 무작위로 변경 또는 교체하는 변이 단계(S71 단계)를 더 포함하는 것이다. 도 9는 변이 단계를 도식적으로 도시한 것인데, 2차원 행렬의 일부 영역에 무작위적인 변이를 의도적으로 만듦으로써 자손 세대의 다양성을 증폭하는 것이다. 이는 자연계에서 종의 다양성을 확대하는 돌연변이를 모사한 것으로 이해할 수 있으며, 부모 세대에서는 없었던 성분이 첨가됨으로써 최적해 도출의 확률을 향상시킨다.
- [0047] 다음으로는 자손 세대 모집단을 새로운 부모 세대 모집단으로 구성하는 단계(S100 단계)에서의 고려 사항인데, 부모 세대의 모집단과 자손 세대 모집단에 대한 안테나의 성능 평가 결과를 비교하였을 때 그 결과가 자손 세대 모집단의 최상의 자손이 부모 세대의 모집단의 최상의 부모보다 열등한 경우에는, 자손 세대 모집단의 최하의 자손을 부모 세대의 모집단의 최상의 부모로 교체하여 새로운 부모 세대 모집단을 만든 후에 S40 단계부터 S90 단계를 반복하는 것이다. 자손 세대 모집단의 최상위 자손이 부모 세대보다 못할 경우에는 반복연산이 상당 회수 진행되어야 최적해가 도출될 수 있거나 또는 발산할 위험도 있다. 따라서, 이를 방지하기 위해 의도적으로 자손 세대 모집단에 가장 우수한 부모 세대의 유전자를 포함시키는 것이 유효한 방안이 될 수 있다.
- [0048] 그리고, 최적화 설계 초기 단계(S10 단계)에서 금속 패치가 형성될 영역을 기본 패치 영역과 단위 금속 패치 영역으로 구분하고, 단위 금속 패치 영역에 대해서만 2차원 행렬을 설정할 수 있다. 이는 계산 영역 자체를 줄임

으로써 시간을 단축하는 방안인데, 예를 들면 도 3과 같이 종래의 마이크로 스트립 안테나(100)를 기본 패치 영역으로 한 후 그 주변을 단위 금속 패치 영역으로 설정하는 것이다. 다만, 이는 종래의 마이크로 스트립 안테나(100)를 그대로 이용하면서 이를 개선하는 설계방안이므로 최적해가 도출되지 않을 가능성도 있음에 주의할 필요가 있으며, 또한 반드시 종래의 금속 패치 영역을 그대로 사용할 필요는 없는 것으로서 종래 대비 기판의 중앙 일부 영역으로 축소하여 기본 패치 영역을 설정하는 것도 당연히 가능하다.

[0049] 아울러, 전혀 새로운 단계를 맨 마지막에 추가함으로써 계산 시간을 줄이면서 최적해를 도출하는 방안도 있다.

[0050] 통상적으로는, 전술한 S100 단계는, 자손 세대 모집단에 대한 안테나의 성능이 목적 주파수 대역에 수렴할 때까지 자손 세대 모집단을 새로운 부모 세대 모집단으로 하여 S40 단계부터 S90 단계를 반복하는 것으로 구성된다. 그런데, 안테나의 성능이 목적 주파수 대역에 수렴할 때까지 반복 계산을 하는 것은 경험상 어느 정도 충분한 시간이 요구된다.

[0051] 이를 개선하기 위해, 본 발명은 일 실시형태로서 S100 단계의 계산 회수를 줄이면서 그 이후에 온/오프 최적화 단계(S110 단계)를 더 포함하는 것을 제안할 수 있다.

[0052] 이에 대해 설명하면, S100 단계는 안테나의 성능이 목적 주파수 대역에 수렴하지는 못하지만 일정 목적 수준에 도달할 때까지만 진행하고, 그 결과를 온/오프 최적화 단계로 넘겨 최적화를 진행하는 것이다. 온/오프 최적화는 안테나의 성능이 목적 수준에 도달한 자손의 2차원 행렬의 각 단위 영역에 대해, 도 10에 모식적으로 도시된 것과 같이, 순차적으로 1의 값은 0의 값으로 바꾸고 0의 값은 1의 값으로 바꾼 후 안테나의 성능을 평가하는 것이다.

[0053] 여기서, 온/오프 최적화 단계는, 0과 1의 값을 서로 교체한 후의 안테나의 성능 평가 결과가 교체하기 이전보다 열등한 경우에는 이전의 2차원 행렬로 복원하고, 교체한 이후의 성능 평가 결과가 우월한 경우에는 이를 저장하며, 이후 다음의 단위 영역에 대해 온/오프 최적화를 반복하는 것을 2차원 행렬의 끝까지 진행하게 된다. 참고로, 도 10은 1의 값은 0의 값으로 바꾸고 0의 값은 1의 값으로 바꾸는 작업을 각 성분에 대해 순차적으로 진행하는 것을 도시한 것으로서, 교체한 이후의 성능 평가 결과가 우월한 경우에 이를 저장하는 과정까지 도시한 것은 아니다.

[0054] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다.

## 부호의 설명

[0055] 200: 마이크로 스트립 안테나

201: 기판                                  202: 전송 선로

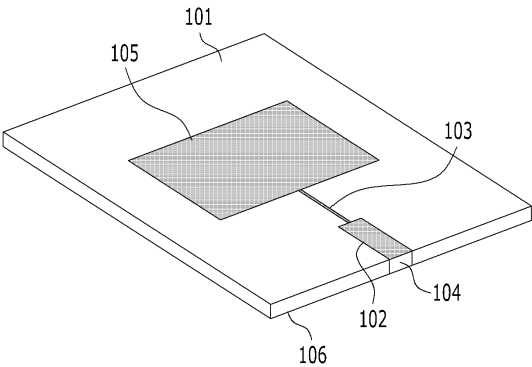
203: 변조기                      204: 입력 포트

205: 기본 금속 패치                      206: 접지면

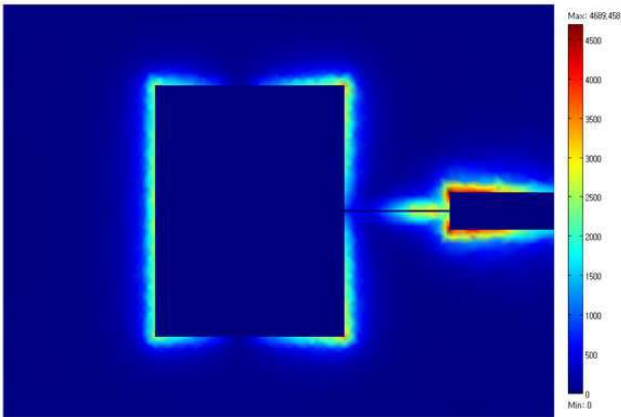
207: 단위 금속 패치

도면

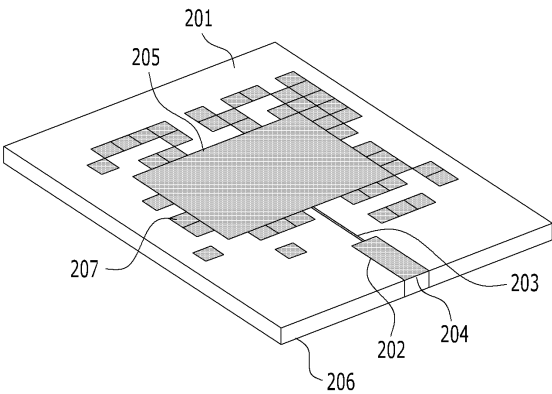
도면1



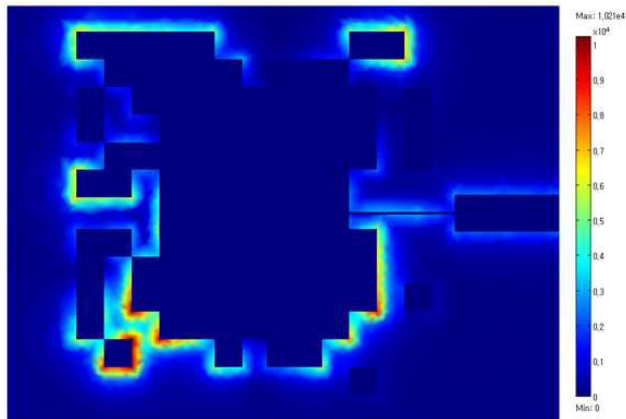
도면2



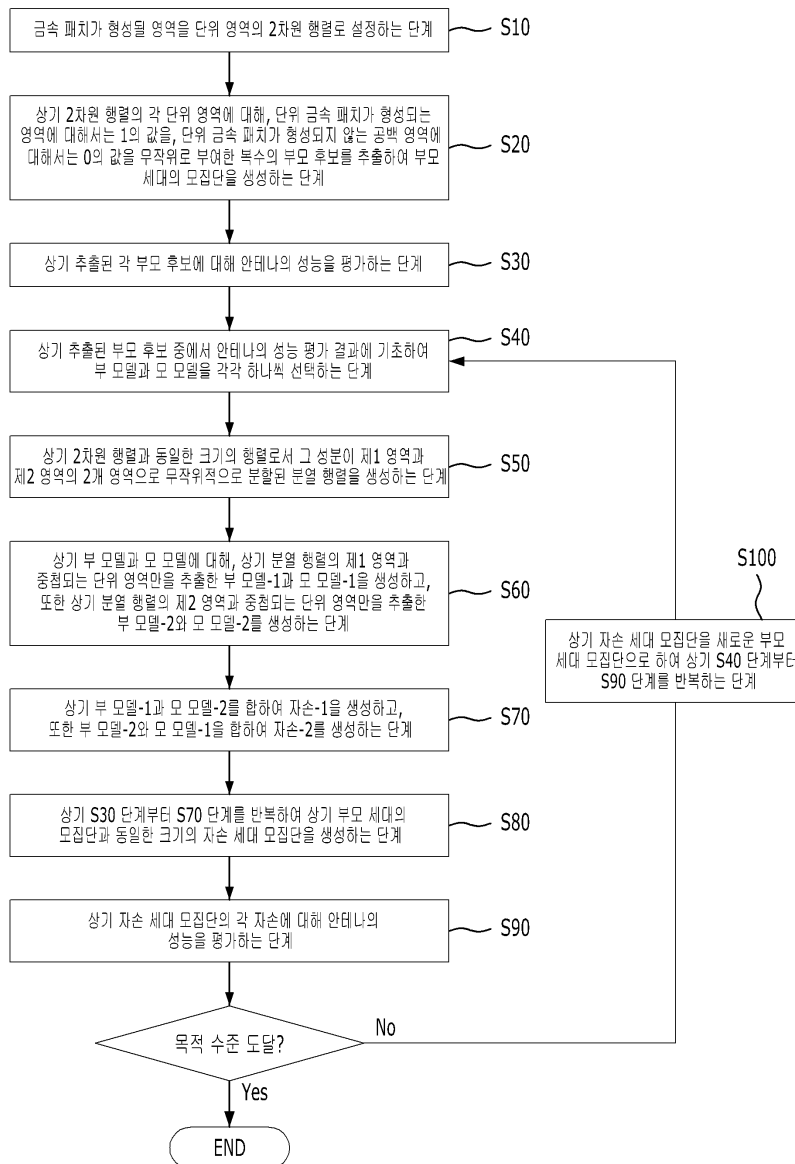
도면3



도면4



도면5



도면6

0	1	1	0
0	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

A

1	1	1	0
0	1	1	0
1	0	1	0
0	1	1	0

B

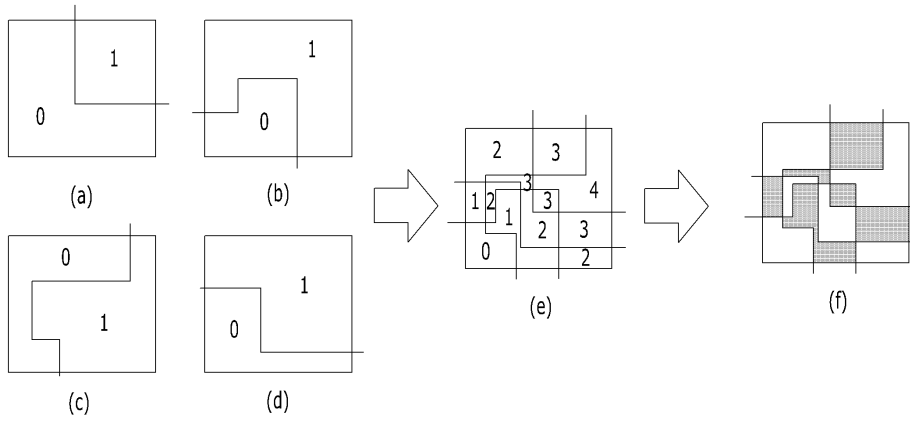
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	0	1	1

C

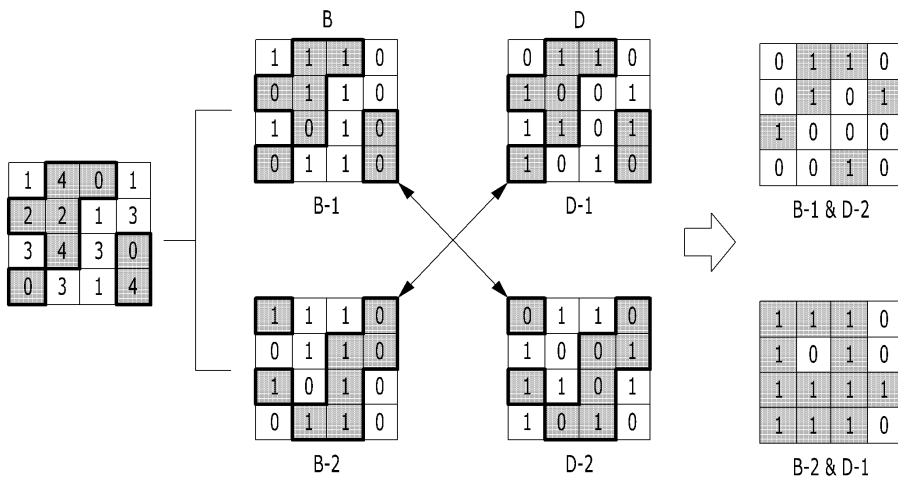
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	0	1
1	0	1	0

D

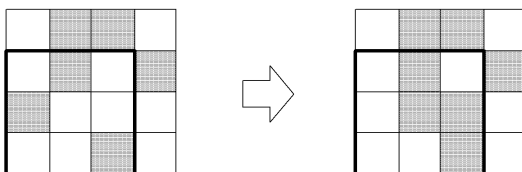
도면7



도면8



도면9



도면10

