



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년12월29일

(11) 등록번호 10-2345362

(24) 등록일자 2021년12월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 21/00 (2018.01) *H01P 5/18* (2006.01)
H01Q 3/30 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H01Q 21/0006 (2013.01)
H01P 5/18 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0138886

(22) 출원일자 2020년10월26일

심사청구일자 2020년10월26일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020170051046 A

KR1020150086604 A

KR1020150018697 A

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

민병욱

서울특별시 서대문구 연세로 50, C213호(신촌동)

박해권

서울특별시 서대문구 연세로 50, C215호(신촌동)

(74) 대리인

민영준

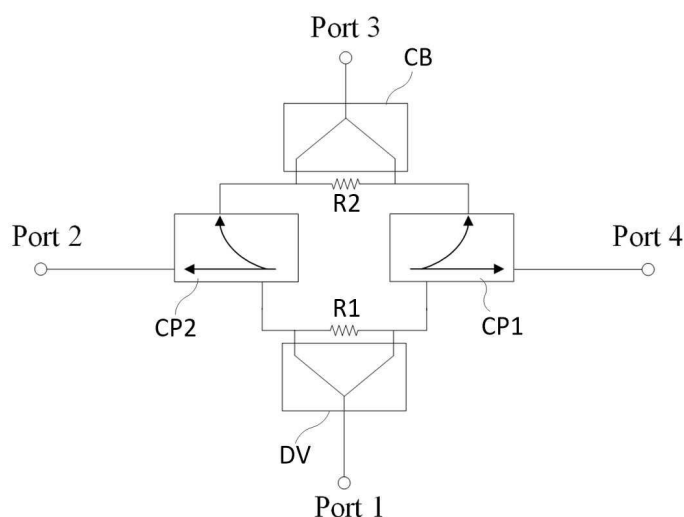
전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 변종길

(54) 발명의 명칭 비대칭 전력분배기를 이용한 중심 급전 배열 안테나

(57) 요약

본 발명은 홀수의 N개의 방사 소자 중 중심에 위치하는 중심 방사 소자, 중심 방사 소자를 기준으로 일측에 위치하는 $n(= (N-1)/2)$ 개의 제1 방사 소자와 n 개의 제1 방사 소자 각각에 대응하는 n 개의 제1 위상 조절기를 포함하는 제1 방사부, 중심 방사 소자를 기준으로 타측에 위치하는 n 개의 제2 방사 소자와 n 개의 제2 방사 소자 각각에 대응하는 n 개의 제2 위상 조절기를 포함하는 제2 방사부 및 급전 신호를 인가받고, 인가된 급전 신호를 중심 방사 소자와 제1 및 제2 방사부에 포함된 방사 소자의 개수 비에 비례하여 비대칭 비율로 전력 분배하여 획득되는 제1 내지 제3 분배 급전 신호를 각각 대응하는 중심 방사 소자와 제1 및 제2 방사부로 출력하는 3웨이 전력 분배기를 포함하여, 위상 조절이 용이할 뿐만 아니라 용이하게 빔을 조향시킬 수 있으며, 빔 편이 현상을 억제할 수 있는 중심 급전 배열 안테나를 제공할 수 있다.

대표도 - 도4

(52) CPC특허분류
H01Q 3/30 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711116776
과제번호	2020-0-00218-001
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원(한국연구재단부설)
연구사업명	정보통신방송연구개발사업
연구과제명	레티클 스티칭을 통한 확장성을 갖춘 W 대역 웨이퍼 스케일 위상 배열 안테나 송수
신기 개발 (1단계)(1/8)	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2020.04.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

홀수의 N개의 방사 소자 중 중심에 위치하는 중심 방사 소자;

상기 중심 방사 소자를 기준으로 일측에 위치하는 $n = (N-1)/2$ 개의 제1 방사 소자와 상기 n개의 제1 방사 소자 각각에 대응하는 n개의 제1 위상 조절기를 포함하는 제1 방사부;

상기 중심 방사 소자를 기준으로 타측에 위치하는 n개의 제2 방사 소자와 상기 n개의 제2 방사 소자 각각에 대응하는 n개의 제2 위상 조절기를 포함하는 제2 방사부; 및

급전 신호를 인가받고, 인가된 급전 신호를 상기 중심 방사 소자와 상기 제1 및 제2 방사부에 포함된 방사 소자의 개수 비에 비례하여 비대칭 비율로 전력 분배하여 획득되는 제1 내지 제3 분배 급전 신호를 각각 대응하는 상기 중심 방사 소자와 상기 제1 및 제2 방사부로 출력하는 3웨이 전력 분배기를 포함하는 중심 급전 배열 안테나.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 3웨이 전력 분배기는

상기 급전 신호를 인가받고, 인가된 급전 신호의 전력을 균등하게 2분할하여 2개의 분할 급전 신호를 출력하는 2웨이 분배기;

각각 상기 2개의 분할 급전 신호 중 하나를 인가받고, 인가된 분할 급전 신호에 대해 커플링하여 상기 분할 급전 신호의 전력의 $1/N$ 전력을 갖는 커플링 신호를 추출하고, 커플링 신호가 추출된 나머지 분할 급전 신호를 상기 제1 내지 제3 분배 급전 신호 중 제1 및 제3 분배 급전 신호로 획득하여, 상기 제1 및 제2 방사부 중 대응하는 방사부로 출력하는 제1 및 제2 커플러; 및

상기 제1 및 제2 커플러 각각에서 추출된 커플링 신호를 인가받아 결합하여 제2 분배 급전 신호를 획득하여 상기 중심 방사 소자로 출력하는 결합기를 포함하는 중심 급전 배열 안테나.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 2웨이 분배기는

윌킨슨 전력 분배기로 구현되는 중심 급전 배열 안테나.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 결합기는

윌킨슨 결합기로 구현되는 중심 급전 배열 안테나.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 n개의 제1 위상 조절기는

상기 제1 분배 급전 신호가 출력되는 상기 3웨이 전력 분배기의 일단으로부터 직렬로 연결되는 중심 급전 배열 안테나.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 n개의 제1 위상 조절기는

동일한 제1 바이어스 전압을 인가받아 기지정된 동일 위상으로 위상을 조절하는 중심 급전 배열 안테나.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 n 개의 제1 방사 소자는

$n-1$ 개의 제1 방사 소자가 상기 n 개의 제1 위상 조절기 사이에 병렬로 연결되며, n 번째 제1 방사 소자는 상기 n 개의 제1 위상 조절기 중 n 번째 제1 위상 조절기에 직렬로 연결되는 중심 급전 배열 안테나.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 n 개의 제2 위상 조절기는

상기 제3 분배 급전 신호가 출력되는 상기 3웨이 전력 분배기의 타단으로부터 직렬로 연결되는 중심 급전 배열 안테나.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 n 개의 제2 위상 조절기는

동일한 제2 바이어스 전압을 인가받아 상기 n 개의 제1 위상 조절기와 부호가 반대이고 동일한 크기로 위상을 조절하는 중심 급전 배열 안테나.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 n 개의 제2 방사 소자는

$n-1$ 개의 제2 방사 소자가 상기 n 개의 제2 위상 조절기 사이에 병렬로 연결되며, n 번째 제2 방사 소자는 상기 n 개의 제2 위상 조절기 중 n 번째 제2 위상 조절기에 직렬로 연결되는 중심 급전 배열 안테나.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 중심 급전 배열 안테나는

인가되는 제1 및 제2 바이어스 전압에 따라 빔의 지향 방향이 조절되는 중심 급전 배열 안테나.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 중심 급전 배열 안테나는

상기 n 개의 제1 위상 조절기 및 상기 n 개의 제2 위상 조절기 각각의 임피던스를 기준 임피던스로 하여 임피던스 매칭을 수행하기 위한 다수의 임피던스 변환 수단을 더 포함하는 중심 급전 배열 안테나.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 다수의 임피던스 변환 수단은

상기 3웨이 전력 분배기에서 상기 급전 신호가 인가되는 입력단에 연결되는 입력 임피던스 변환 수단;

상기 3웨이 전력 분배기와 상기 중심 방사 소자 사이에 연결되는 중심 임피던스 변환 수단;

직렬 연결된 상기 n 개의 제1 위상 조절기 각각의 타단에 일단이 연결되는 n 개의 제1 직렬 임피던스 변환 수단;

상기 n 개의 직렬 임피던스 변환 수단의 타단과 상기 n 개의 제1 방사 소자 중 대응하는 방사 소자 사이에 연결되는 n 개의 제1 병렬 임피던스 변환 수단;

직렬 연결된 상기 n 개의 제2 위상 조절기 각각의 타단에 일단이 연결되는 n 개의 제2 직렬 임피던스 변환 수단; 및

상기 n 개의 제1 또는 제2 직렬 임피던스 변환 수단의 타단과 상기 n 개의 제2 방사 소자 중 대응하는 방사 소자 사이에 연결되는 n 개의 제2 병렬 임피던스 변환 수단을 포함하는 중심 급전 배열 안테나.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 입력 임피던스 변환 수단과 상기 중심 임피던스 변환 수단 각각은 상기 기준 임피던스를 갖는 중심 급전 배열 안테나.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 n개의 제1 직렬 임피던스 변환 수단과 상기 n개의 제2 직렬 임피던스 변환 수단 각각에

상기 3웨이 전력 분배기에 인접한 n-1개의 직렬 임피던스 변환 수단은 수학적식

$$Z_{a,i} = \sqrt{Z_0 \cdot (n-i) \cdot Z_{ant,i}} \quad , \quad i = 1 \sim n-1$$

(여기서 $Z_{a,i}$ 는 i번째 직렬 임피던스 변환 수단의 임피던스, Z_0 는 기준 임피던스 및 $Z_{ant,i}$ 는 제1 및 제2 방사부의 i번째 방사 소자의 임피던스)

에 따라 계산되는 임피던스를 갖고,

n번째 직렬 임피던스 변환 수단은 수학적식

$$Z_{a,n} = \sqrt{Z_0 \cdot Z_{ant,n}} \quad , \quad i = n$$

에 따라 계산되는 임피던스를 갖는 중심 급전 배열 안테나.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 n개의 제1 병렬 임피던스 변환 수단과 상기 n개의 제2 병렬 임피던스 변환 수단 각각에

상기 3웨이 전력 분배기에 인접한 n-1개의 병렬 임피던스 변환 수단은 수학적식

$$Z_i = Z_0 \cdot \sqrt{\frac{n-i}{n-(i-1)}} \quad , \quad i = 1 \sim n-1$$

(여기서 Z_i 는 i번째 병렬 임피던스 변환 수단의 임피던스)

에 따라 계산되는 임피던스를 갖고,

n번째 직렬 임피던스 변환 수단은 상기 기준 임피던스(Z_0)를 갖는 중심 급전 배열 안테나.

청구항 17

제12항에 있어서, 상기 3웨이 전력 분배기는

상기 제1 및 제2 커플러와 상기 제1 및 제2 방사부 사이에 각각 배치되어 직류 성분을 필터링하는 직류 브레이킹 소자를 더 포함하는 중심 급전 배열 안테나.

청구항 18

제12항에 있어서, 상기 3웨이 전력 분배기는

상기 2웨이 분배기와 상기 제1 및 제2 커플러 사이에 각각 배치되어 직류 성분을 필터링하는 직류 브레이킹 소자를 더 포함하는 중심 급전 배열 안테나.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 배열 안테나에 관한 것으로, 비대칭 전력분배기를 이용한 중심 급전 배열 안테나에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 다수의 방사 소자가 배열된 배열 안테나(Array Antenna)(또는 위상 배열 안테나(Phased Array Antenna)라고도 함)는 다수의 방사 소자로 인가되는 급전 신호의 위상을 조절하여 빔포밍함으로써 지향 방향을 조절할 수 있어 다양한 분야에서 이용되고 있다.

- [0003] 도 1은 직렬 급전 구조의 배열 안테나의 일 예를 나타낸다.
- [0004] 도 1에 도시된 바와 같이, 배열 안테나에서는 일반적으로 다수의 방사 소자($a_1 \sim a_n$)가 배열된 소자 어레이의 일측으로 급전 신호를 인가하여 타측 방향으로 순차적으로 급전 신호를 전달되도록 하는 직렬 급전(Series-fed) 구조가 주로 이용되고 있다. 이때 인접한 방사 소자로 전달되는 급전 신호는 다수의 위상 조절기(Phase shifter)($p_1 \sim p_n$)에 의해 동일한 크기($\Delta \theta$)로 위상 조절(Phase shift)되어 순차적으로 전달될 수 있다.
- [0005] 이러한 직렬 급전 구조의 배열 안테나는 동일한 크기로 위상 조절하여 급전 신호를 전달하므로, 간단한 구조를 갖고 매우 좁은 대역폭을 가지며 손실이 적다는 것이 특징이다. 따라서 전기적으로 빔 패턴 조정(Beamsteering)보다는 빔 포밍(beamforming)을 위해서 주로 사용된다.
- [0006] 그러나 직렬 급전 구조는 주파수에 따라 빔의 지향 방향이 요구되는 방향에서 어긋나게 되는 빔 편이(beamsquint)가 발생하는 문제가 있다. 또한 위상 조절기의 손실로 인해 급전 신호가 인가되는 일측의 전력이 타측보다 크게 되어 동일하게 분배되지 않는 테이퍼링(tapering) 효과로 인해, 사이드로브 레벨(sidelobe level)이 높아지는 문제가 있다.
- [0007] 이에 다수의 2웨이 분배기(2 WAY divider)를 이용하여 인가되는 급전 신호를 계층적으로 반복 분배하여 다수의 방사 소자로 공급하는 병렬 급전 구조가 제안되었다. 그러나 병렬 급전 구조의 경우, 다수의 2웨이 분배기를 구비해야 하고, 다수의 방사 소자로 공급되는 급전 신호를 각각 서로 다른 위상으로 개별적으로 조절해야 하므로 고성능의 위상 조절기가 요구된다. 따라서 제조 비용이 상승하고, 위상 조절이 용이하지 않다는 한계가 있다.
- [0008] 이러한 직렬 급전 구조와 병렬 급전 구조의 문제를 해결하고자 소자 어레이의 중심으로부터 양측 방향으로 급전 신호를 급전하는 중심 급전(Center-fed) 구조를 이용하기도 한다.
- [0009] 도 2는 중심 급전 구조의 배열 안테나의 일 예를 나타낸다.
- [0010] 도 2에 도시된 바와 같이, 중심 급전 구조의 배열 안테나에서는 다수의 방사 소자($(a_{11} \sim a_{1n}), (a_{21} \sim a_{2n})$)의 중심에 위치하는 2웨이 분배기(div)로 급전 신호가 인가되고, 2웨이 분배기에서 분배된 급전 신호가 양측으로 대칭을 이루어 공급되므로, 따라서 중심을 기준으로 양측방향으로 대칭적으로 빔 편이 되어 메인 빔(main beam)의 빔 편이 현상이 발생하는 것을 억제 할 수 있다. 또한 중심에 인접하여 위치한 2개의 방사 소자(a_{11}, a_{21})를 제외한 나머지 방사 소자($(a_{12} \sim a_{1n}), (a_{22} \sim a_{2n})$)에 대해서는 각 측 방향으로의 직렬 급전 구조와 동일하므로, 위상 조절기($(p_{12} \sim p_{1n}), (p_{22} \sim p_{2n})$)는 급전 신호를 동일한 크기($-\Delta \theta, \Delta \theta$)로 위상 조절하여 순차적으로 전달할 수 있다.
- [0011] 그러나 기존의 중심 급전 구조의 배열 안테나에서는 중심에 2웨이 분배기(div)가 배치되므로, 대칭 구조를 유지하기 위해 방사 소자($(a_{11} \sim a_{1n}), (a_{21} \sim a_{2n})$)가 반드시 짝수개로 구비되어야 한다. 이에 중심에 인접하여 위치한 2개의 방사 소자(a_{11}, a_{21})로 급전 신호를 전달하는 2개의 위상 조절기(p_{11}, p_{21})는 나머지 위상 조절기($(p_{12} \sim p_{1n}), (p_{22} \sim p_{2n})$)와 다른 크기($-1/2\Delta \theta, 1/2\Delta \theta$)로 위상을 조절해야 한다. 즉 2개의 방사 소자(a_{11}, a_{21}) 사이의 2개의 위상 조절기(p_{11}, p_{21})는 나머지 위상 조절기($(p_{12} \sim p_{1n}), (p_{22} \sim p_{2n})$)에 비해 다른 크기로 위상을 조절할 수 있어야 한다. 이에 회로 구조가 나머지 방사 소자 사이의 구조와 상이하게 구성되어야 한다.
- [0012] 그러므로 중심 급전 구조의 배열 안테나 또한 병렬 급전 구조의 배열 안테나와 유사하게 제조 비용을 상승시키는 문제를 야기한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 한국 등록 특허 제10-1726412호 (2017.04.06 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 본 발명의 목적은 비대칭 전력분배기를 이용하여 다수의 방사 소자 사이에서 전달되는 급전 신호의 위상을 조절하기 위한 구성을 단순화시킬 수 있는 중심 급전 배열 안테나를 제공하는데 있다.
- [0015] 본 발명의 다른 목적은 저비용으로 제조 가능하고, 급전 신호의 위상을 용이하게 조절할 수 있는 중심 급전 배열 안테나를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0016] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 중심 급전 배열 안테나는 홀수의 N개의 방사 소자 중 중심에 위치하는 중심 방사 소자; 상기 중심 방사 소자를 기준으로 일측에 위치하는 $n(= (N-1)/2)$ 개의 제1 방사 소자와 상기 n개의 제1 방사 소자 각각에 대응하는 n개의 제1 위상 조절기를 포함하는 제1 방사부; 상기 중심 방사 소자를 기준으로 타측에 위치하는 n개의 제2 방사 소자와 상기 n개의 제2 방사 소자 각각에 대응하는 n개의 제2 위상 조절기를 포함하는 제2 방사부; 및 급전 신호를 인가받고, 인가된 급전 신호를 상기 중심 방사 소자와 상기 제1 및 제2 방사부에 포함된 방사 소자의 개수 비에 비례하여 비대칭 비율로 전력 분배하여 획득되는 제1 내지 제3 분배 급전 신호를 각각 대응하는 상기 중심 방사 소자와 상기 제1 및 제2 방사부로 출력하는 3웨이 전력 분배기를 포함한다.
- [0017] 상기 3웨이 전력 분배기는 상기 급전 신호를 인가받고, 인가된 급전 신호의 전력을 균등하게 2분할하여 2개의 분할 급전 신호를 출력하는 2웨이 분배기; 각각 상기 2개의 분할 급전 신호 중 하나를 인가받고, 인가된 분할 급전 신호에 대해 커플링하여 상기 분할 급전 신호의 전력의 $1/N$ 전력을 갖는 커플링 신호를 추출하고, 커플링 신호가 추출된 나머지 분할 급전 신호를 상기 제1 내지 제3 분배 급전 신호 중 제1 및 제3 분배 급전 신호로 획득하여, 상기 제1 및 제2 방사부 중 대응하는 방사부로 출력하는 제1 및 제2 커플러; 및 상기 제1 및 제2 커플러 각각에서 추출된 커플링 신호를 인가받아 결합하여 제2 분배 급전 신호를 획득하여 상기 중심 방사 소자로 출력하는 결합기를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 2웨이 분배기는 월킨슨 전력 분배기로 구현되고, 상기 결합기는 월킨슨 결합기로 구현될 수 있다.
- [0019] 상기 n개의 제1 위상 조절기는 상기 제1 분배 급전 신호가 출력되는 상기 3웨이 전력 분배기의 일단으로부터 직렬로 연결될 수 있다.
- [0020] 상기 n개의 제1 위상 조절기는 동일한 제1 바이어스 전압을 인가받아 기설정된 동일 위상으로 위상을 조절할 수 있다.
- [0021] 상기 n개의 제1 방사 소자는 n-1개의 제1 방사 소자가 상기 n개의 제1 위상 조절기 사이에 병렬로 연결되며, n번째 제1 방사 소자는 상기 n개의 제1 위상 조절기 중 n번째 제1 위상 조절기에 직렬로 연결될 수 있다.
- [0022] 상기 n개의 제2 위상 조절기는 상기 제3 분배 급전 신호가 출력되는 상기 3웨이 전력 분배기의 타단으로부터 직렬로 연결될 수 있다.
- [0023] 상기 n개의 제2 위상 조절기는 동일한 제2 바이어스 전압을 인가받아 상기 n개의 제1 위상 조절기와 부호가 반대이고 동일한 크기로 위상을 조절할 수 있다.
- [0024] 상기 n개의 제2 방사 소자는 n-1개의 제2 방사 소자가 상기 n개의 제2 위상 조절기 사이에 병렬로 연결되며, n번째 제2 방사 소자는 상기 n개의 제2 위상 조절기 중 n번째 제2 위상 조절기에 직렬로 연결될 수 있다.
- [0025] 상기 중심 급전 배열 안테나는 인가되는 제1 및 제2 바이어스 전압에 따라 빔의 지향 방향이 조절될 수 있다.
- [0026] 상기 중심 급전 배열 안테나는 상기 n개의 제1 위상 조절기 및 상기 n개의 제2 위상 조절기 각각의 임피던스를 기준 임피던스로 하여 임피던스 매칭을 수행하기 위한 다수의 임피던스 변환 수단을 더 포함할 수 있다.
- [0027] 상기 다수의 임피던스 변환 수단은 상기 3웨이 전력 분배기에서 상기 급전 신호가 인가되는 입력단에 연결되는 입력 임피던스 변환 수단; 상기 3웨이 전력 분배기와 상기 중심 방사 소자 사이에 연결되는 중심 임피던스 변환 수단; 직렬 연결된 상기 n개의 제1 위상 조절기 각각의 타단에 일단이 연결되는 n개의 제1 직렬 임피던스 변환 수단; 상기 n개의 직렬 임피던스 변환 수단의 타단과 상기 n개의 제1 방사 소자 중 대응하는 방사 소자 사이에 연결되는 n개의 제1 병렬 임피던스 변환 수단; 직렬 연결된 상기 n개의 제2 위상 조절기 각각의 타단에 일단이 연결되는 n개의 제2 직렬 임피던스 변환 수단; 및 상기 n개의 직렬 임피던스 변환 수단의 타단과 상기 n개의 제

2 방사 소자 중 대응하는 방사 소자 사이에 연결되는 n 개의 제2 병렬 임피던스 변환 수단을 포함할 수 있다.

[0028] 상기 3웨이 전력 분배기는 상기 제1 및 제2 커플러와 상기 제1 및 제2 방사부 사이에 각각 배치되어 직류 성분을 필터링하는 직류 브레이킹 소자를 더 포함할 수 있다.

[0029] 상기 3웨이 전력 분배기는 상기 2웨이 분배기와 상기 제1 및 제2 커플러 사이에 각각 배치되어 직류 성분을 필터링하는 직류 브레이킹 소자를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0030] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 중심 급전 배열 안테나는 비대칭 전력분배기를 이용하여 홀수개로 배열된 방사 소자의 중심에 위치하는 방사 소자와 양측에 위치하는 방사소자로 균등한 전력으로 전력 분배하여 급전 신호를 공급할 수 있도록 하여 다수의 방사 소자 사이에서 조절하는 위상 간격이 균일해지고, 각 방사 소자로 공급되는 전력이 균등해지도록 하여 위상 조절이 용이할 뿐만 아니라 용이하게 빔을 조향시킬 수 있으며, 저비용으로 제조 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 직렬 급전 구조의 배열 안테나의 일 예를 나타낸다.
 도 2는 중심 급전 구조의 배열 안테나의 일 예를 나타낸다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 중심 급전 배열 안테나의 일 예를 나타낸다.
 도 4는 도 3의 비대칭 전력분배 구조의 일예를 나타낸다.
 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 중심 급전 배열 안테나의 일 예를 나타낸다.
 도 6은 본 실시예에 따른 중심 급전 배열 안테나의 3웨이 전력 분배기의 전력 분포를 시뮬레이션한 결과를 나타낸다.
 도 7은 본 실시예에 따른 3웨이 전력 분배기의 격리도를 시뮬레이션한 결과를 나타낸다.
 도 8은 본 실시예에 따른 중심 급전 배열 안테나의 반사 손실을 시뮬레이션한 결과를 나타낸다.
 도 9는 본 실시예에 따른 중심 급전 배열 안테나의 삽입 손실을 시뮬레이션한 결과를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.

[0033] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0034] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "블록" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0035] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 중심 급전 배열 안테나의 일 예를 나타내고, 도 4는 도 3의 비대칭 전력분배 구조의 일예를 나타낸다.

[0036] 도 3을 참조하면, 본 실시예에 따른 중심 급전 배열 안테나는 중심에 배치된 중심 방사 소자(a_0)를 기준으로 양측 대칭으로 n 개의 방사 소자($(a_{11} \sim a_{1n}), (a_{21} \sim a_{2n})$)가 배치되는 $N(= 2n+1)$ 개의 방사 소자($(a_{11} \sim a_{1n}), a_0, (a_{21} \sim a_{2n})$)를 포함한다. 즉 본 실시예에서 중심 급전 배열 안테나는 도 2의 중심 급전 배열 안테나와 달리 홀수개의 방사 소자를 포함한다.

[0037] 여기서는 설명의 편의를 위하여 중심 방사 소자(a_0)를 중심으로 일측을 제1 방사부(A1)라 하고, 타측을 제2 방

사부(A2)라 한다. 즉 제1 및 제2 방사부(A1, A2)는 각각 n 개의 방사 소자($(a_{11} \sim a_{1n}), (a_{21} \sim a_{2n})$)를 포함한다.

[0038] 또한 본 실시예의 중심 급전 배열 안테나는 급전 신호를 인가받아 다수의 방사 소자로 급전 신호를 분배하는 비대칭 전력 분배기(udiv)를 포함한다. 본 실시예에서 비대칭 전력 분배기(udiv)는 도 3에 도시된 바와 같이, N 개의 방사 소자의 중심에 위치한다. 그리고 N 개의 방사 소자의 중심에 위치하는 비대칭 전력 분배기(udiv)는 인가된 급전 신호를 기지정된 비율에 따라 전력 분배하여 3개의 제1 내지 제3 분배 급전 신호를 획득하고, 획득된 제1 내지 제3 분배 급전 신호를 각각 중심 방사 소자(a_0)와 제1 방사부(A1) 및 제2 방사부(A2)로 전달한다. 제2 분배 급전 신호는 중심 방사 소자(a_0)로 인가되고, 제1 및 제3 분배 급전 신호는 제1 및 제2 방사부(A1, A2)로 인가된다.

[0039] 여기서 비대칭 전력 분배기(udiv)는 중심 방사 소자(a_0)와 제1 방사부(A1) 및 제2 방사부(A2) 각각의 방사 소자 개수($n = (N-1)/2$)에 비례하여 급전 신호의 전력을 분배한다. 즉 비대칭 전력 분배기(udiv)는 제1 방사부(A1) 및 제2 방사부(A2)에 포함된 방사 소자의 개수($n = (N-1)/2$)에 따라 급전 신호의 전력을 $n : 1 : n (= (N-1)/2 : 1 : (N-1)/2)$ 의 비율에 따라 비대칭적으로 제1 내지 제3 분배 급전 신호로 분배하는 3웨이(3 way) 전력 분배기이다.

[0040] 일 예로 제1 방사부(A1) 및 제2 방사부(A2)가 각각 5개($n = 5$)의 방사 소자를 포함하는 경우, 비대칭 전력 분배기(udiv)는 급전 신호의 전력을 $5 : 1 : 5$ 로 비대칭 분할하여 제1 방사부(A1)과 제2 방사부(A2)에는 각각 5의 전력을 갖는 제1 및 제3 분배 급전 신호를 전달하고, 중심 방사 소자(a_0)로는 1의 전력을 갖는 제2 분배 급전 신호를 전달한다.

[0041] 즉 비대칭 전력 분배기(udiv)는 방사 소자 개수에 따라 균등하게 전력 분배하여 분배 급전 신호를 전달한다.

[0042] 3웨이 전력 분배기(udiv)는 다양한 회로 구조로 구현될 수 있으나, 본 실시예에서는 일 예로 도 4의 구조를 갖는 3웨이 비대칭 전력 분배기(udiv)를 이용한다.

[0043] 도 4를 참조하면, 본 실시예에 따른 3웨이 비대칭 전력 분배기(udiv)는 하나의 2웨이 분배기(DV)와 2개의 커플러(CP1, CP2) 및 하나의 결합기(combiner)(CB)를 포함하는 4포트(Port1 ~ Port4) 장치로 구현될 수 있다.

[0044] 우선 2웨이 분배기(DV)는 제1 포트(Port1)를 통해 인가되는 급전 신호의 전력을 균등하게 2분할하여 2개의 분할 급전 신호를 2개의 커플러(CP1, CP2)로 각각 전달한다. 여기서 2웨이 분배기는 일 예로 윌킨슨 전력 분배기(Wilkinson Power divider)로 구현될 수 있다. 윌킨슨 전력 분배기는 도 4에 도시된 바와 같이, 2웨이 분배기(DV)의 2개의 출력단을 저항($R1$)을 통해 연결하여 임피던스 매칭을 수행함과 더불어 출력되는 전력 분할된 2개의 분할 급전 신호가 동위상을 갖도록 한다. 윌킨슨 전력 분배기는 가장 일반적으로 이용되는 분배기로서, 간단한 구성을 가져 저비용으로 동위상 전력 분배가 가능할 뿐만 아니라, 포트간 격리도(Isolation)를 -20dB 이상으로 충분하게 확보할 수 있다는 장점이 있다.

[0045] 한편, 2개의 커플러(CP1, CP2)는 각각 2웨이 분배기(DV)에서 인가되는 2개의 분할 급전 신호 중 대응하는 분할 급전 신호를 인가받고, 인가된 분할 급전 신호에서 기지정된 전력비로 커플링하여 커플링 신호를 추출한다. 여기서 2개의 커플러(CP1, CP2) 각각은 전체 방사 소자 개수($N = 2n + 1$) 대비 중심 방사 소자(a_0) 개수의 비에 따라 분할 급전 신호에서 $1/N$ 의 전력 비율로 커플링 신호를 추출한다. 그리고 2개의 커플러(CP1, CP2) 각각은 분할 급전 신호에서 커플러(CP1, CP2)에 의해 커플링 신호가 추출되어 분할 급전 신호 대비 $(N-1)/N$ 의 전력 비율을 갖는 나머지 분할 급전 신호를 제1 및 제3 분배 급전 신호로서 획득한다.

[0046] 이때 분할 급전 신호는 이미 2웨이 분배기(DV)에 의해 급전 신호의 전력이 $1/2$ 로 분할된 신호이므로, 제1 및 제3 분배 급전 신호는 제1 포트(Port1)으로 인가된 급전 신호에 대비하여 $(N-1)/2N$ 크기의 전력을 갖는 신호이고, 커플링 신호는 급전 신호에 대비하여 $1/2N$ 크기의 전력을 갖는 신호이다.

[0047] 그리고 2개의 커플러(CP1, CP2) 각각은 추출된 커플링 신호를 결합기(CB)로 전달하고, 제1 및 제3 분배 급전 신호를 제2 포트(Port2) 또는 제4 포트(Port4)를 통해 제1 또는 제2 방사부(A1, A2) 중 대응하는 방사 그룹으로 전달한다.

[0048] 결합기(CB)는 2개의 커플러(CP1, CP2) 각각에서 인가되는 커플링 신호를 결합하여 제2 분배 급전 신호를 획득하고, 획득된 제2 분배 급전 신호를 제3 포트(Port3)를 통해 중심 방사 소자(a_0)로 전달한다. 여기서 결합 급전

신호는 개의 커플러(CP1, CP2) 각각에서 $1/2N$ 크기 전력을 갖는 커플링 신호가 결합되어 $1/N$ 크기의 전력을 갖는다.

[0049] 여기서 결합기(CB)는 일 예로 윌킨슨 전력 결합기(Wilkinson Power combiner)로 구현될 수 있다. 윌킨슨 전력 분배기와 유사하게 윌킨슨 전력 결합기는 도 4에 도시된 바와 같이, 2웨이 결합기(CB)의 2개의 입력단을 저항(R2)으로 연결하여 임피던스 매칭을 수행함과 인가되는 2개의 동위상 신호가 결합되도록 한다. 윌킨슨 전력 결합기 또한 포트간 격리도를 -20dB 이상으로 충분하게 확보할 수 있다. 그러므로 3웨이 전력 분배기(udiv)는 모든 포트(Port1 ~ Port4)에 대해 포트간 격리도를 -20dB 이상으로 확보할 수 있다.

[0050] 결과적으로 도 4의 3웨이 전력 분배기(udiv)는 제1 포트(Port1)를 통해 인가되는 급전 신호를 전력 분할하여 각각 $(N-1)/2N$ 크기 전력을 갖는 제1 및 제3 분배 급전 신호를 각각 제2 포트(Port2) 및 제4 포트(Port4)로 출력하고, $1/N$ 크기 전력을 갖는 제2 분배 신호를 제3 포트(Port3)로 출력한다. 즉 급전 신호를 $(N-1)/2 : 1 : (N-1)/2$ 의 비대칭 비율로 전력 분할하여, 제1 내지 제3 분배 급전 신호를 제2 내지 제4 포트(Port2 ~ Port4) 중 대응하는 포트를 통해 출력한다.

[0051] N개의 방사 소자 중 중심에 위치하는 하나의 중심 방사 소자(a_0)는 3웨이 전력 분배기(udiv)의 제3 포트(Port 3)에 연결되어 급전 신호의 $1/N$ 크기의 전력을 갖는 제2 분배 신호를 인가받아 방사한다.

[0052] 그리고 제1 방사부(A1)와 제2 방사부(A2)는 각각 3웨이 전력 분배기(udiv)의 제2 포트(Port2) 및 제4 포트(Port4)를 통해 인가되는 $(N-1)/2N$ 크기 전력을 갖는 제1 또는 제3 분배 급전 신호를 인가받는다. 제1 방사부(A1)와 제2 방사부(A2)에는 각각 $n(= (N-1)/2)$ 개의 방사 소자($(a_{11} \sim a_{1n}), (a_{21} \sim a_{2n})$)가 포함되므로, 3웨이 전력 분배기(udiv)는 방사 소자의 개수에 비례하여 급전 신호를 전력 분배하여 공급하는 것으로 볼 수 있다.

[0053] 한편, 제1 방사부(A1)와 제2 방사부(A2)의 n개의 방사 소자($(a_{11} \sim a_{1n}), (a_{21} \sim a_{2n})$) 각각은 직렬 분배 구조에 따라 제1 또는 제3 분배 신호가 재분배되는 신호를 인가받는다.

[0054] 이에 제1 방사부(A1)와 제2 방사부(A2)는 n개의 방사 소자($(a_{11} \sim a_{1n}), (a_{21} \sim a_{2n})$)와 함께 방사 소자($(a_{11} \sim a_{1n}), (a_{21} \sim a_{2n})$)의 개수에 대응하는 n개의 위상 조절기($(p_{11} \sim p_{1n}), (p_{21} \sim p_{2n})$)를 포함한다. 제1 방사부(A1)와 제2 방사부(A2) 각각에서 n개의 위상 조절기($(p_{11} \sim p_{1n}), (p_{21} \sim p_{2n})$)는 직렬로 연결되고, n개의 방사 소자($(a_{11} \sim a_{1n}), (a_{21} \sim a_{2n})$) 각각은 직렬 연결된 n개의 위상 조절기($(p_{11} \sim p_{1n}), (p_{21} \sim p_{2n})$) 사이에 병렬로 연결된다. 따라서 n개의 방사 소자($(a_{11} \sim a_{1n}), (a_{21} \sim a_{2n})$) 각각은 3웨이 전력 분배기(udiv)로부터 인가되는 제1 또는 제3 분배 급전 신호에서 대응하는 개수의 위상 조절기($(p_{11} \sim p_{1n}), (p_{21} \sim p_{2n})$)를 거쳐 위상 조절되고 재분배된 분배 급전 신호를 인가받아 방사한다.

[0055] 도 2에 도시된 기존의 중앙 급전 구조의 배열 안테나에서는 중심 방사 소자(a_0)가 존재하지 않고 짝수개의 방사 소자가 구비되므로, 2웨이 분배기(div)로부터 전달된 급전 신호를 가장 먼저 인가 받는 중심에 인접한 2개의 방사 소자(a_{11}, a_{21})는 방사 소자 사이의 위상 차가 다른 방사 소자($(a_{12} \sim a_{1n}), (a_{22} \sim a_{2n})$) 사이의 위상 차와 동일해지도록 대응하는 2개의 위상 조절기(p_{11}, p_{21})가 나머지 위상 조절기와 다른 크기로 위상 조절 해야만 했다. 도 2에서 2개의 위상 조절기(p_{11}, p_{21})는 $(-1/2\Delta\theta, 1/2\Delta\theta)$ 의 크기로 위상 조절하는데 반해, 나머지 위상 조절기($(p_{12} \sim p_{1n}), (p_{22} \sim p_{2n})$)는 $(-\Delta\theta, \Delta\theta)$ 크기로 위상을 조절하였다. 즉 조절해야 하는 위상의 부호뿐만 아니라 크기가 상이하도록 조절해야 하였다. 이로 인해 위상 조절기의 구성이 어려울 뿐만 아니라 위상 조절이 용이하지 않았다.

[0056] 그에 반해, 도 3에 도시된 본 실시예에 따른 중심 급전 구조의 배열 안테나에서는 3웨이 전력 분배기(udiv)가 적용되어 중심 방사 소자(a_0)가 존재한다. 따라서 중심 방사 소자(a_0)와 인접한 방사 소자(a_{11}, a_{21}) 사이에서도 다른 방사 소자($(a_{12} \sim a_{1n}), (a_{22} \sim a_{2n})$)들 사이에서와 마찬가지로 위상차($-\Delta\theta, \Delta\theta$)가 동일하게 반영되어야 한다. 이에 제1 및 제2 방사부(A1, A2)의 위상 조절기($(p_{11} \sim p_{1n}), (p_{21} \sim p_{2n})$)가 인가되는 분배 급전 신호를 부호만 상이할 뿐, 균일한 크기로 위상 조절하여 전달하도록 구성될 수 있다. 따라서 위상 조절기의 구성이 편리하고, 위상 조절이 용이하다. 특히 $(-1/2\Delta\theta, 1/2\Delta\theta)$ 크기로 위상을 조절하기 위한 바이어스 전압이 요구되지 않으므로, 실제 구현 시에 제조 비용도 크게 저감할 수 있다. 즉 위상 조절기($(p_{11} \sim p_{1n}), (p_{21} \sim p_{2n})$)로

동일하게 위상을 조절하기 위한 2개의 바이어스 전압만을 인가하여 빔을 제어할 수 있다.

- [0057] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 중심 급전 배열 안테나의 다른 예를 나타낸다.
- [0058] 도 3의 배열 안테나에서 제1 및 제2 방사부(A1, A2) 각각의 n개의 방사 소자((a₁₁ ~ a_{1n}), (a₂₁ ~ a_{2n}))가 서로 병렬로 연결되므로, (N-1)/2N 크기 전력을 갖는 제1 또는 제3 분배 급전 신호 인가되면, n개의 방사 소자((a₁₁ ~ a_{1n}), (a₂₁ ~ a_{2n}))로 균등한 전력으로 분배되어 1/N 크기로 인가되어야 한다. 즉 배열 안테나에서는 인가된 급전 신호가 N(= 2n+1)개의 방사 소자((a₁₁ ~ a_{1n}), a₀, (a₂₁ ~ a_{2n}))에 균등한 전력으로 분배되어 인가되어야 한다.
- [0059] 그러나 실제로 제1 및 제2 방사부(A1, A2)와 같이 동일한 위상 조절기가 존재하는 직렬 급전 구조에서 각 방사 소자 마다 균등한 전력으로 분배하기 위한 구조를 제작하는 것은 쉽지 않다. 제1 및 제2 방사부(A1, A2)의 각 방사 소자((a₁₁ ~ a_{1n}), (a₂₁ ~ a_{2n}))로 인가되는 전력은 제1 및 제2 방사부(A1, A2) 각각에서 3웨이 전력 분배기(udiv)에 인접하게 배치된 첫번째 방사 소자(a₁₁, a₂₁)부터 n번째 방사 소자(a_{1n}, a_{2n})까지 각 방사 소자((a₁₁ ~ a_{1n}), (a₂₁ ~ a_{2n}))가 분기되는 분기 부분에서 방사소자 측을 바라본 임피던스와 위상 조절기 측을 바라본 임피던스의 비율에 의해 결정된다.
- [0060] 따라서 N(= 2n+1)개의 방사 소자((a₁₁ ~ a_{1n}), a₀, (a₂₁ ~ a_{2n}))에 균등한 전력이 분배되도록 하기 위해서는, N개의 방사 소자((a₁₁ ~ a_{1n}), a₀, (a₂₁ ~ a_{2n})) 각각으로 분배 급전 신호가 전달되는 경로 상의 임피던스를 매칭해야 한다.
- [0061] 도 5에서는 N개의 방사 소자((a₁₁ ~ a_{1n}), a₀, (a₂₁ ~ a_{2n})) 각각으로 분배 급전 신호가 전달되는 경로 상의 임피던스를 매칭하기 위한 다수의 임피던스 변환 수단을 더 포함한다.
- [0062] 도 5를 참조하면, 배열 안테나는 다수의 위상 조절기((p₁₁ ~ p_{1n}), (p₂₁ ~ p_{2n})) 각각의 임피던스를 기준 임피던스(Z₀)로 하여 임피던스를 매칭시킨다.
- [0063] 이에 배열 안테나는 3웨이 전력 분배기(udiv)로 급전 신호가 인가되는 입력단, 즉 3웨이 전력 분배기(udiv)의 제1 포트(Port1)에 연결되는 입력 임피던스 변환 수단(T₀)과 3웨이 전력 분배기(udiv)와 중심 방사 소자(a₀) 사이에 연결되는 중심 임피던스 변환 수단(Ta₀)을 포함할 수 있다. 여기서 입력 임피던스 변환 수단(T₀)과 중심 임피던스 변환 수단(Ta₀)은 모두 기준 임피던스(Z₀)를 갖는다.
- [0064] 또한 배열 안테나는 제1 및 제2 방사부(A1, A2) 각각에서 3웨이 전력 분배기(udiv)로부터 직렬 연결되는 다수의 위상 조절기((p₁₁ ~ p_{1n}), (p₂₁ ~ p_{2n})) 각각의 사이에 연결되는 다수의 직렬 임피던스 변환 수단((T₁₁ ~ T_{1n}), (T₂₁ ~ T_{2n})) 및 일단이 대응하는 위상 조절기에 연결된 다수의 직렬 임피던스 변환 수단((T₁₁ ~ T_{1n}), (T₂₁ ~ T_{2n}))의 타단과 다수의 방사 소자((a₁₁ ~ a_{1n}), (a₂₁ ~ a_{2n})) 중 대응하는 방사 소자 각각의 사이에 연결되는 다수의 병렬 임피던스 변환 수단((Ta₁₁ ~ Ta_{1n}), (Ta₂₁ ~ Ta_{2n}))을 포함할 수 있다.
- [0065] 여기서는 도 5에 도시된 바와 같이, N개의 방사 소자((a₁₁ ~ a_{1n}), a₀, (a₂₁ ~ a_{2n})) 중 중심 방사 소자(a₀)의 임피던스를 Z_{ant} 라 하고, 대칭으로 구성되는 제1 및 제2 방사부(A1, A2)의 n개의 방사 소자 각각의 임피던스를 (Z_{ant,1} ~ Z_{ant,n})이라 한다. 그리고 다수의 직렬 임피던스 변환 수단((T₁₁ ~ T_{1n}), (T₂₁ ~ T_{2n}))의 임피던스를 (Z₁ ~ Z_n)이라 하며, 다수의 병렬 임피던스 변환 수단((Ta₁₁ ~ Ta_{1n}), (Ta₂₁ ~ Ta_{2n}))의 임피던스를 (Z_{a,1} ~ Z_{a,n})라 한다.
- [0066] 우선 제1 및 제2 방사부(A1, A2)에서 제1 방사 소자(a₁₁, a₂₁)로 제1 및 제3 분배 급전 신호가 전달되는 과정을 살펴보면, 제1 병렬 임피던스 변환 수단(Ta₁₁, Ta₂₁)은 이후 단에 연결되는 위상 조절기(p12, p22)의 임피던스(Z₀)와 1 : n-1 비율로 전력이 분배되도록 임피던스(Z_{a,1})가 Z_{a,1} = Z₀ ∘ (n-1)이 되어야 한다.
- [0067] 그리고 제1 병렬 임피던스 변환 수단(Ta₁₁, Ta₂₁)의 임피던스(Z_{a,1})를 중심 방사 소자(a₀)의 임피던스(Z_{ant})로 변환하기 위해 90도 변환 임피던스로 정의된다면, Z_{a,1} = $\sqrt{Z_0 \cdot (n-1) \cdot Z_{ant}}$ 로 계산된다.

[0068] 한편, 제1 직렬 임피던스 변환 수단(T_{11} , T_{21})의 임피던스(Z_1)는 이전 배치된 위상 조절기(p_{11} , p_{21})의 임피던스(Z_0)를 $Z_0 \parallel Z_0 \circ (n-1)$ 로 변환시켜 주기 위해 90도 임피던스 변환(Quarter-wave Impedance Transform)을 수행할 수 있도록 $Z_1 = Z_0 \cdot \sqrt{\frac{n-1}{n}}$ 로 계산될 수 있다.

[0069] 유사하게 제2 병렬 임피던스 변환 수단(T_{a12} , T_{a22})의 임피던스($Z_{a,1}$)와 제2 직렬 임피던스 변환 수단(T_{12} , T_{22})의 임피던스(Z_2)는 각각 $Z_{a,2} = \sqrt{Z_0 \cdot (n-2) \cdot Z_{ant}}$ 및 $Z_2 = Z_0 \cdot \sqrt{\frac{n-2}{n-1}}$ 가 될 수 있다.

[0070] 나머지 제3 내지 제 $n-1$ 방사 소자(a_{1n-1} , a_{2n-1})에 대응하는 제3 내지 제 $n-1$ 병렬 임피던스 변환 수단($T_{a13} \sim T_{a1n-1}$), ($T_{a23} \sim T_{a2n-1}$)의 임피던스($Z_{a,3} \sim Z_{a,n-1}$)와 제3 내지 제 $n-1$ 직렬 임피던스 변환 수단($T_{13} \sim T_{1n-1}$), ($T_{23} \sim T_{2n-1}$)의 임피던스($Z_3 \sim Z_{n-1}$)는 유사한 방식으로 계산될 수 있다.

[0071] 즉 제1 내지 제 $n-1$ 병렬 임피던스 변환 수단($T_{a11} \sim T_{a1n-1}$), ($T_{a21} \sim T_{a2n-1}$)의 임피던스($Z_{a,1} \sim Z_{a,n-1}$)는 수학식 1에 따라 계산되고, 제3 내지 제 $n-1$ 직렬 임피던스 변환 수단($T_{11} \sim T_{1n-1}$), ($T_{21} \sim T_{2n-1}$)의 임피던스($Z_1 \sim Z_{n-1}$)는 수학식 2에 따라 계산될 수 있다.

수학식 1

$$[0072] \quad Z_{a,i} = \sqrt{Z_0 \cdot (n-i) \cdot Z_{ant.i}}, \quad i = 1 \sim n-1$$

수학식 2

$$[0073] \quad Z_i = Z_0 \cdot \sqrt{\frac{n-i}{n-(i-1)}}, \quad i = 1 \sim n-1$$

[0074] 다만 제1 및 제2 방사부(A1, A2) 각각에서 제 n 방사 소자(a_{1n} , a_{2n})에 대응하는 제 n 병렬 임피던스 변환 수단(T_{a1n} , T_{a2n})의 임피던스($Z_{a,n}$)와 제 n 직렬 임피던스 변환 수단(T_{1n} , T_{2n})의 임피던스(Z_n)는 전력 분배가 불필요하므로, 수학식 3 및 4에 따라 계산될 수 있다.

수학식 3

$$[0075] \quad Z_{a,i} = \sqrt{Z_0 \cdot Z_{ant}}, \quad i = n$$

수학식 4

$$[0076] \quad Z_i = Z_0, \quad i = n$$

[0077] 여기서 다수의 임피던스 변환 수단 각각이 90도 임피던스 변환을 통해 임피던스 매칭을 수행하므로, 일반적인 직렬 급전 구조의 배열 안테나보다 넓은 대역폭을 가질 수 있게 된다.

[0078] 다만 제1 및 제2 방사부(A1, A2)의 N개의 방사 소자($(a_{11} \sim a_{1n})$, a_0 , $(a_{21} \sim a_{2n})$)가 다수의 임피던스 변환 수단

을 통해 연결되므로, 직류 관점에서는 전체적으로 연결된 상태로 볼 수 있다. 이에 제1 및 제2 방사부(A1, A2)에 위상을 조절하기 위한 2개의 바이어스 전압을 개별적으로 인가하기 위해서는 직류 브레이킹 소자(미도시)가 더 포함될 수 있다. 여기서 직류 브레이킹 소자는 일 예로 직류 성분을 차단할 수 있도록 2개의 커플러(CP1, CP2) 각각과 제1 방사부(A1)와 제2 방사부(A2) 사이에 위치하는 캐패시터 소자로 구현될 수 있다. 또는 직류 브레이킹 소자는 2웨이 분배기(DV)와 2개의 커플러(CP1, CP2) 사이에 배치될 수 있다.

[0079] 상기한 다수의 임피던스 변환 수단은 전송 선로로 구현될 수도 있다.

[0080] 도 6은 본 실시예에 따른 중심 급전 배열 안테나의 3웨이 전력 분배기의 전력 분포를 시뮬레이션한 결과를 나타내고, 도 7은 본 실시예에 따른 3웨이 전력 분배기의 격리도를 시뮬레이션한 결과를 나타낸다.

[0081] 도 6 및 도 7에서는 방사 소자의 개수(N)가 11개(N = 11)인 경우에, 3.5GHz 주파수 대역에서의 특성을 시뮬레이션한 결과를 나타낸다. 도 6에 도시된 바와 같이, 도 4에 도시된 본 실시예에 따른 3웨이 전력 분배기(udiv)는 월킨슨 전력 분배기와 월킨슨 결합기 및 $1/N(1/11)$ 커플러인 10.4dB 커플러를 사용함으로써, 제2 내지 제4 포트(Port2 ~ Port4)로 출력되는 제1 내지 제3 분배 급전 신호가 3.424dB, 10.414dB 및 3.424dB로 5 : 1 : 5 의 비대칭 비율의 전력으로 분배되어 전달됨을 알 수 있다.

[0082] 또한 도 7에 도시된 바와 같이, 월킨슨 전력 분배기와 월킨슨 결합기를 이용함에 따라 포트(Port2 ~ Port4)간 격리도가 -20dB 이하로 넓은 범위로 확보될 수 있다.

[0083] 도 8은 본 실시예에 따른 중심 급전 배열 안테나의 입력단에 대한 반사 손실을 시뮬레이션한 결과를 나타내고, 도 9는 본 실시예에 따른 중심 급전 배열 안테나의 다수의 방사 소자에 대한 삽입 손실을 시뮬레이션한 결과를 나타낸다.

[0084] 도 8 및 도 9에서도 방사 소자의 개수(N)가 11개(N = 11)이고, 3.5GHz 주파수 대역에서의 특성을 시뮬레이션한 결과를 나타낸다. 도 8을 살펴보면 3웨이 전력분배기(udiv)와 상기 수학적식을 적용해서 구현된 11개의 중심 급전 직렬 배열안테나 회로의 반사손실(return loss)은 -10dB 기준으로 2.175GHz ~ 4.825GHz로 넓은 대역폭을 갖는 것을 알 수 있다.

[0085] 도 5를 참조하면, 제1 직렬 임피던스 변환 수단(T_{11} , T_{21})의 임피던스($Z_1 = Z_0 \cdot \sqrt{\frac{n-1}{n}}$)는 기준 임피던스(Z_0)를 $Z_0 \circ (n-1/n)$ 로 변환하기 위한 임피던스이며, 이러한 임피던스 변환 수단을 적용하는 경우, 배열 안테나에서 방사 소자의 개수가 증가됨에 따라 $Z_0 \circ (n-1/n)$ 의 값이 기준 임피던스(Z_0)와 유사하게 된다. 따라서 임피던스를 미소하게 변화시켜 임피던스 매칭이 수행될 수 있으므로 넓은 대역폭을 갖도록 할 수 있다.

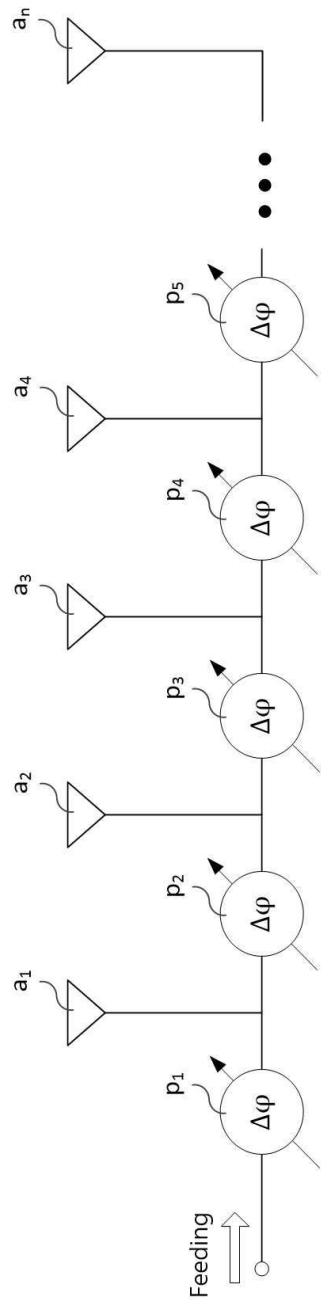
[0086] 한편 도 9를 살펴보면, 11개의 방사 소자에 대한 삽입 손실은 중심 주파수에서 동일하게 전력 분배가 되어 1/11인 -10.414dB로 나타난다. 즉 11개의 방사 소자에 급전 신호가 균등한 전력으로 분배되어 인가됨을 알 수 있다.

[0087] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

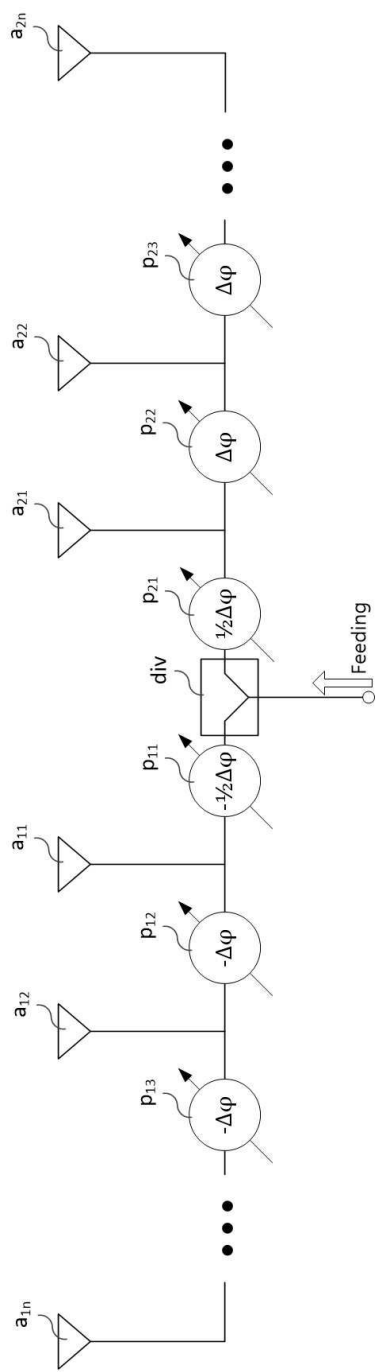
[0088] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

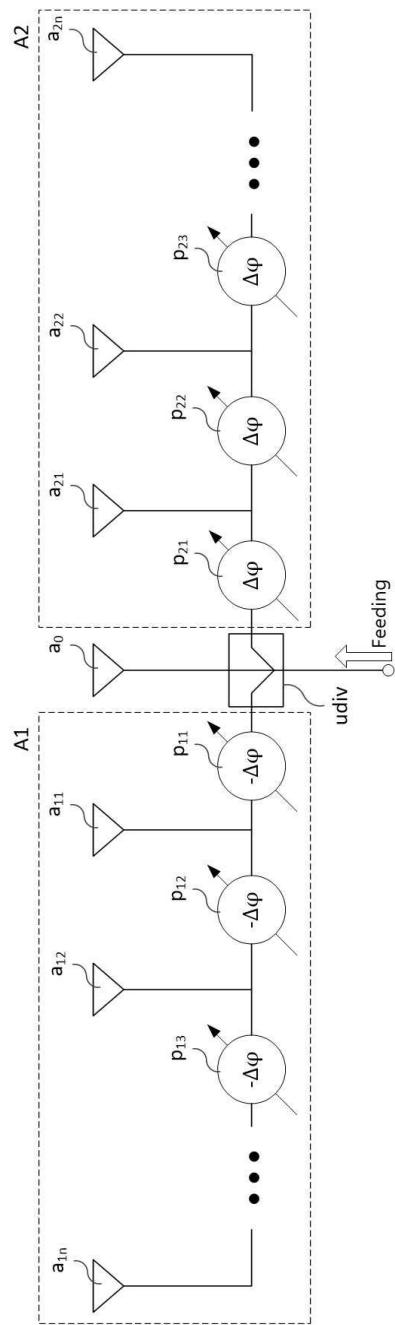
도면1



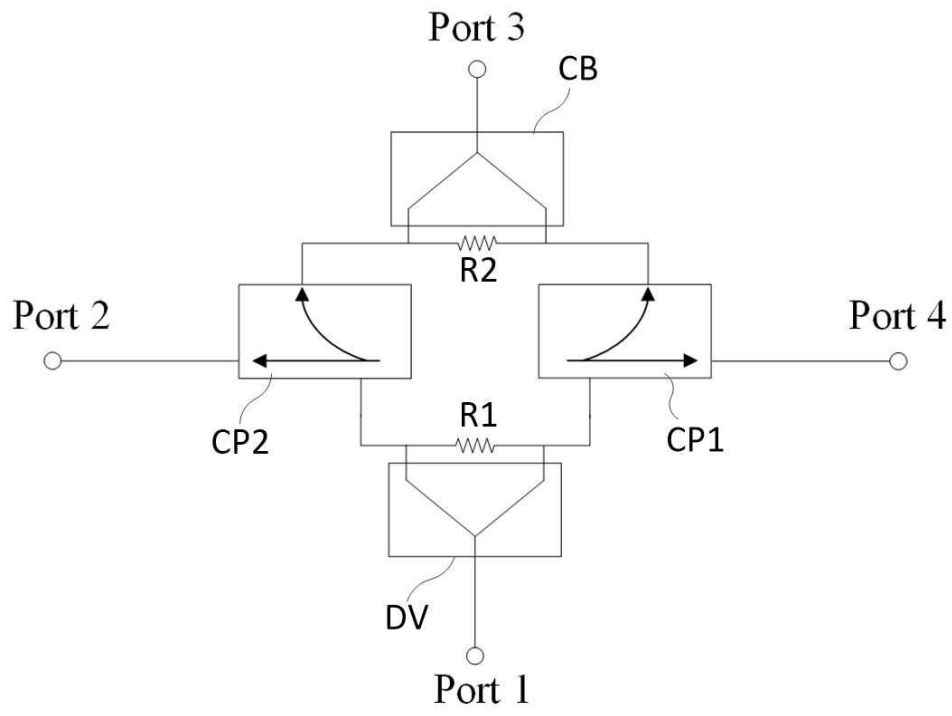
도면2



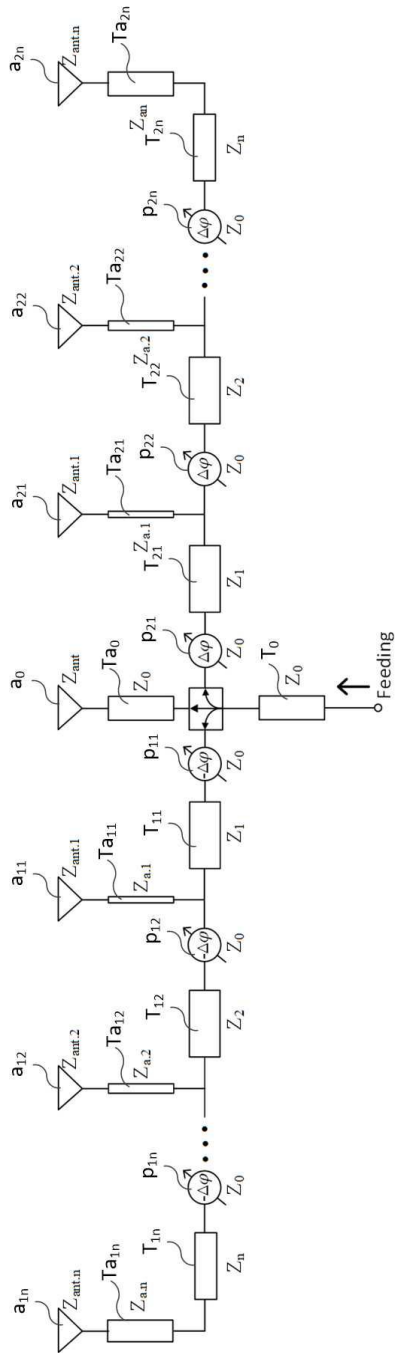
도면3



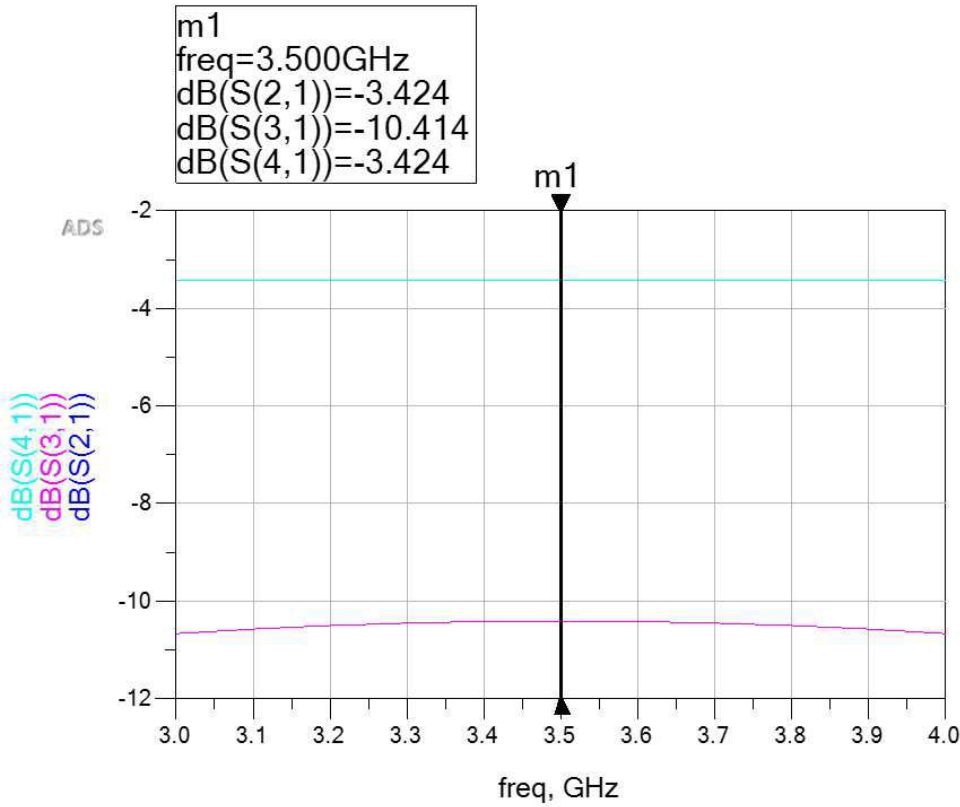
도면4



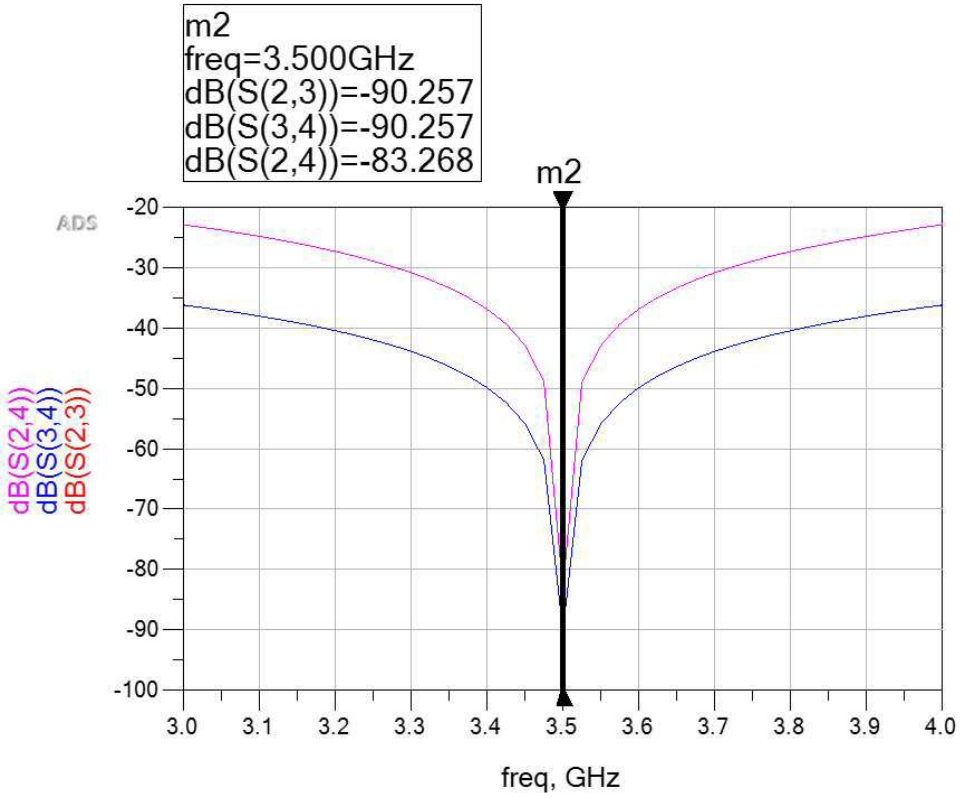
도면5



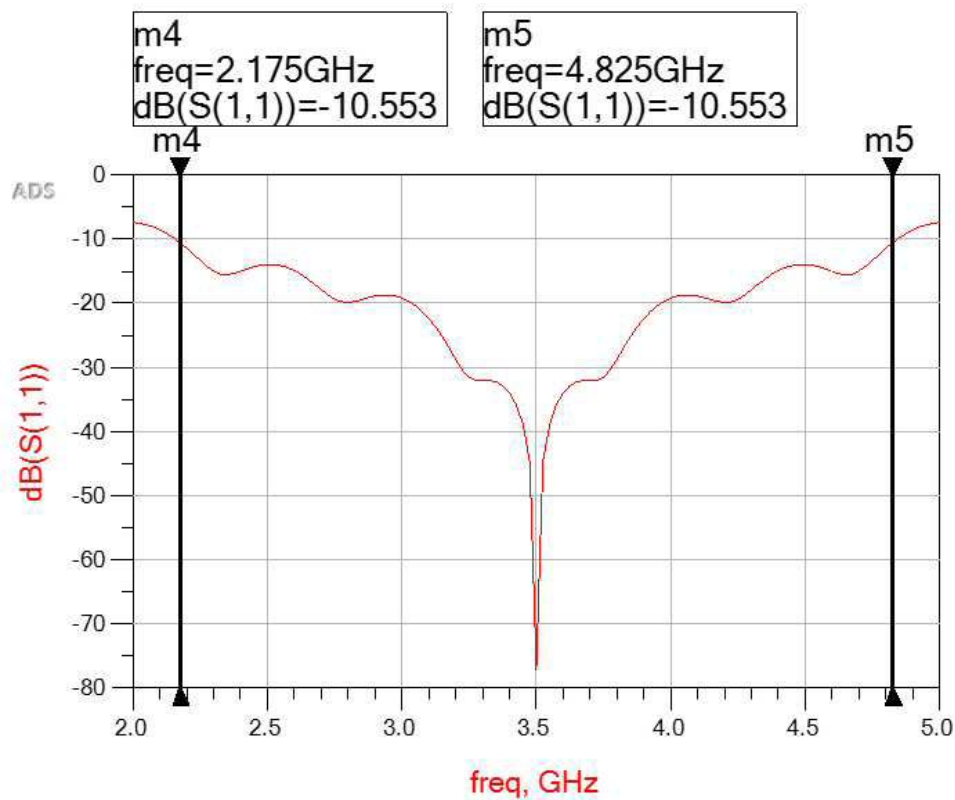
도면6



도면7



도면8



도면9

