(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0078272
(43) 공개일자 2025년06월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03L 7/24 (2006.01) *H03L 7/099* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H03L 7/24 (2013.01)
H03L 7/099 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-0040426
(22) 출원일자 2024년03월25일
심사청구일자 2024년03월25일
(30) 우선권주장
1020230165402 2023년11월24일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이재성
서울특별시 강남구 삼성로51길 37, 111동 2505호 (대치동, 래미안 대치 팰리스)
남기영
경기도 수원시 영통구 영통로 498, 136동 2004호 (영통동, 황골마을주공1단지아파트)
(74) 대리인
송인호, 윤형근, 최관락

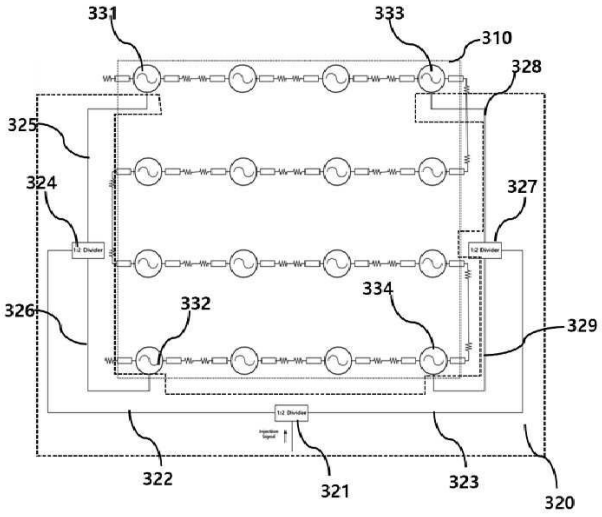
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **주입 고정 발진기 회로 장치 및 주입 고정 회로 설계 방법**

(57) 요 약

주입 고정 발진기 회로 장치 및 주입 고정 회로 설계 방법이 개시된다. 주입 고정 발진기 회로 장치는 정방행렬로 배열되는 복수의 발진기를 포함하는 발진기 배열; 및 상기 발진기 배열 중 일부 발진기에 주입 고정 신호를 주입하는 주입 고정 회로부를 포함한다.

대 표 도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193352
과제번호	2021-0-00938-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	6G핵심기술개발
연구과제명	THz 대역 RF 핵심 부품 개발
과제수행기관명	한국전자통신연구원
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

정방행렬로 배열되는 복수의 발진기를 포함하는 발진기 배열; 및

상기 발진기 배열 중 일부 발진기에 주입 고정 신호를 주입하는 주입 고정 회로부를 포함하는 주입 고정 발진기 회로 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 발진기 배열은 N x N 정방행렬로 발진기들이 배열되며,

상기 발진기 배열을 형성하는 각 발진기는 커플링 네트워크를 통해 상호간에 페이즈를 맞추어 연결되되,

300GHz 이상의 서브 밀리미터 웨이브 대역 주입 고정 발진기인 것을 특징으로 하는 주입 고정 발진기 회로 장치.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 주입 고정 회로부는,

상기 발진기 배열 중 대칭 구조를 가지는 일부 발진기에 주입 고정 신호를 주입하는 것을 특징으로 하는 주입 고정 발진기 회로 장치.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 주입 고정 회로부는,

주입 고정 신호를 분배하여 제1 전송 라인과 제2 전송 라인을 통해 분배된 신호를 출력하는 제1 전력 분배기;

상기 제1 전송 라인으로 전달된 신호를 분배하여 제3 전송 라인과 제4 전송 라인을 통해 상기 발진기 중 제1 발진기와 제2 발진기로 주입하는 제2 전력 분배기; 및

상기 제2 전송 라인으로 전달된 신호를 분배하여 제5 전송 라인과 제6 전송 라인을 통해 상기 발진기 중 제3 발진기와 제4 발진기로 주입하는 제3 전력 분배기를 포함하는 것을 특징으로 하는 주입 고정 발진기 회로 장치.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 제1 발진기 및 상기 제2 발진기와 상기 제3 발진기 및 상기 제4 발진기는 상기 N x N 배열 중 모서리에 위치한 발진기인 것을 특징으로 하는 주입 고정 발진기 회로 장치.

청구항 6

제4 항에 있어서,

상기 제1 발진기, 상기 제2 발진기, 상기 제3 발진기 및 상기 제4 발진기는 상기 N x N 배열 중 동일 행에 위치한 발진기이거나 동일 열에 위치한 발진기인 것을 특징으로 하는 주입 고정 발진기 회로 장치.

청구항 7

정방행렬로 배열되도록 복수의 발진기를 배열하는 단계; 및

상기 정방행렬로 배열된 복수의 발진기 중 일부 발진기로 주입 고정 신호를 주입하도록 주입 고정 회로부를 배치시키는 단계를 포함하되,

상기 주입 고정 신호가 주입되는 일부 발진기는 대칭 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 주입 고정 회로 설계 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 서브 밀리미터 웨이브 대역의 주입 고정 발진기 회로 장치 및 주입 고정회로 설계 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 고주파 통신 시스템 및 레이다 시스템은 초고속 대용량 데이터 전송 및 고정밀 거리 분해능 등을 요구하므로, 낮은 페이즈 노이즈를 갖는 정밀한 신호원이 필요하다. 주입 고정 발진기는 발진기에 발진 주파수와 비슷한 외부의 신호를 주입하면 발진 주파수가 주입한 주파수로 주입-고정되며 낮은 페이즈 노이즈를 갖는 특성이 있다.

[0004] 도 1은 종래의 주입 고정 발진기의 배열이 도시되어 있다.

[0005] 종래의 주입 고정 발진기 배열은 도 1에 도시된 바와 같이, 각각의 발진기에 모두 주입 고정 신호를 인가하는 방식이다. 4 x 4 발진기 배열의 경우 주입 고정하는 신호를 16개로 나누어 각 발진기에 주입 고정하게 된다.

[0006] 주입 고정 발진기에서 각 발진기가 서로 동일한 페이즈를 갖는 신호를 만들기 위해서는 서로 완전히 동일한 페이즈의 신호가 주입 고정되어야 한다. 따라서, 주입하는 신호는 한번에 16개가 아니라, 도 2에 도시된 바와 같이, Wilkinson 전력 분배기를 통해 2개로 나뉘는 과정을 4번 반복하여 최종적으로 각 발진기에 주입된다. 각 발진기에 주입하는 신호의 세기는 원래 신호 세기의 1/16이고 4번의 디바이더를 지나며 발생한 추가적인 회로의 손실로 인해 더 작은 신호 세기를 갖게 된다.

[0007] 수학식 1과 같이 주입 고정 발진기는 주입 고정하는 신호의 세기가 셀수록 주파수의 고정이 잘 되는데, 기존의 방식처럼 주입 고정 신호를 여러 번 나눌 경우 낮아진 신호 세기로 인하여 주입 고정이 잘 되지 않는다는 문제점이 있다.

수학식 1

[0008] $$\omega_L \approx \frac{\omega_0}{2Q} \cdot \frac{I_{\text{inj}}}{I_{\text{osc}}}$$

[0009] 또한 주입 고정 회로의 중간에 버퍼를 추가하여 신호의 세기를 키울 수 있지만, 서브-밀리미터 웨이브 대역의 높은 주파수 대역에서는 반도체 소자의 전력 이득이 낮아져 버퍼를 설계하기 힘듦으로 신호의 세기를 키우는데 한계가 있다.

[0010] 도 1과 같은 종래 주입 고정 발진기 배열 회로의 경우 주입 고정 신호가 여러 번의 전력 분배기를 통과하기 때문에 설계 복잡도가 올라갈 뿐만 아니라, LC 크로스 커플드 발진기 구조에서는 주입 고정을 위하여 차동 신호를 발진기 양 단에 주입해 주어야한다. 차동 신호 각각을 디바이더를 통해 나누어 발진기 배열의 각 발진기에 주입하게 되면 주입 고정을 위한 회로의 길이가 길어질 뿐 아니라 레이아웃 상에서 구현하기에 제한이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 주입 고정 발진기 회로 장치 및 주입 고정 회로 설계 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0013] 또한, 본 발명은 서브 밀리미터파 대역의 주입 고정 발진기에서 일부 발진기만 주입 고정 신호를 주입하여 전력 분배기의 개수를 최소화하고 전송 라인의 길이가 줄어들어 주입 고정 회로의 복잡성을 줄일 수 있는 주입 고정 발진기 회로 장치 및 주입 고정 회로 설계 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명의 일 측면에 따르면, 주입 고정 발진기 회로 장치가 제공된다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 정방행렬로 배열되는 복수의 발진기를 포함하는 발진기 배열; 및 상기 발진기 배열 중 일부 발진기에 주입 고정 신호를 주입하는 주입 고정 회로부를 포함하는 주입 고정 발진기 회로 장치가 제공될 수 있다.

[0017] 상기 발진기 배열은 N x N 정방행렬로 발진기들이 배열되며, 상기 발진기 배열을 형성하는 각 발진기는 커플링 네트워크를 통해 상호간에 페이즈를 맞추어 연결되되, 300GHz 이상의 서브 밀리미터 웨이브 대역 주입 고정 발진기이다.

[0018] 상기 주입 고정 회로부는, 상기 발진기 배열 중 대칭 구조를 가지는 일부 발진기에 주입 고정 신호를 주입할 수 있다.

[0019] 상기 주입 고정 회로부는, 주입 고정 신호를 분배하여 제1 전송 라인과 제2 전송 라인을 통해 분배된 신호를 출력하는 제1 전력 분배기; 상기 제1 전송 라인으로 전달된 신호를 분배하여 제3 전송 라인과 제4 전송 라인을 통해 상기 발진기 중 제1 발진기와 제2 발진기로 주입하는 제2 전력 분배기; 및 상기 제2 전송 라인으로 전달된 신호를 분배하여 제5 전송 라인과 제6 전송 라인을 통해 상기 발진기 중 제3 발진기와 제4 발진기로 주입하는 제3 전력 분배기를 포함할 수 있다.

[0020] 상기 제1 발진기 및 상기 제2 발진기와 상기 제3 발진기 및 상기 제4 발진기는 상기 N x N 배열 중 모서리에 위치한 발진기일 수 있다.

[0021] 상기 제1 발진기, 상기 제2 발진기, 상기 제3 발진기 및 상기 제4 발진기는 상기 N x N 배열 중 동일 행에 위치한 발진기이거나 동일 열에 위치한 발진기일 수 있다.

[0022] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 정방행렬로 배열되도록 복수의 발진기를 배열하는 단계; 및 상기 정방행렬로 배열된 복수의 발진기 중 일부 발진기로 주입 고정 신호를 주입하도록 주입 고정 회로부를 배치시키는 단계를 포함하되, 상기 주입 고정 신호가 주입되는 일부 발진기는 대칭 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 주입 고정 회로 설계 방법이 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 주입 고정 발진기 회로 장치 및 주입 고정 회로 설계 방법을 제공함으로써, 서브 밀리미터파 대역의 주입 고정 발진기에서 일부 발진기만 주입 고정 신호를 주입하여 전력 분배기의 개수를 최소화하고 전송 라인의 길이가 줄어들어 주입 고정 회로의 복잡성을 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1 내지 도 2는 종래 기술을 설명하기 위해 도시한 도면.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 주입 고정 발진기 회로 장치를 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 3 x 3 발진기 배열 중 일부 발진기에만 주입 고정 신호를 주입한 일 예를 도시한 도면 도 5는 도 4의 주입 고정 발진기 배열에 신호 주입 여부에 따른 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면.

도 6은 종래와 본 발명의 일 실시예에 따른 발진기 배열의 주입 고정을 위한 최소 입력 신호 세기를 비교한 결과를 도시한 도면.

도 7은 도 4의 600-GHz 3x3 주입 고정 발진기 배열 레이아웃을 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0028] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.

[0030] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 주입 고정 발진기 회로 장치의 구성을 도시한 도면이다.

[0031] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 주입 고정 발진기 회로 장치는 N x N 발진기 배열(310)을 가진다. 여기서, N은 자연수이되, 3 이상의 자연수일 수 있다.

[0032] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 발진기 배열(310)은 대칭 구조로 각 발진기들이 배열될 수 있다. 예를 들어, 발진기 배열(310)은 3 x 3, 4 x 4, 5 x 5 등과 같이 행과 열에 동일 개수의 발진기들이 배열된 정방행렬을 형성하도록 배열될 수 있다. 이하, 본 발명의 일 실시예에서는 발진기 배열(310)이 3 x 3 또는 4 x 4 정방행렬로 배열되는 것을 가정하여 이를 중심으로 설명하기로 한다.

[0033] 또한, 정방행렬로 배열된 발진기들은 서로간에 커플링 네트워크를 통해 서로 페이즈를 맞추어 연결되어 있는 것을 가정하기로 한다.

[0034] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 발진기들은 300GHz 이상의 서브 밀리미터 웨이브 대역의 주입 고정 발진기일 수 있다.

[0035] 저주파 대역과 달리 서브 밀리미터 웨이브 대역과 같은 고주파 대역의 경우, 주입 고정 회로부(320)에 증폭기를 구비하더라도 증폭기 이득이 크지 않으며, 전력 분배기에서의 전력 손실이 큰 단점이 있다.

[0036] 이로 인해, 본 발명의 일 실시예와 같이 서브 밀리미터 웨이브 대역과 같은 고주파 대역의 발진기들은 도 1의 종래 기술과 비교하여 각 주입 고정 신호의 세기를 향상시키고 일부 발진기에만 주입 고정 신호를 주입할 수 있다.

[0037] 주입 고정 회로부(320)는 제1 전력 분배기(321), 제2 전력 분배기(324) 및 제3 전력 분배기(327)를 포함하여 구성된다.

[0038] 이러한, 주입 고정 회로부(320)는 정방행렬로 배열된 복수의 발진기 중 일부 발진기로 주입 고정 신호를 주입하도록 배치되되, 주입 고정 신호가 주입되는 일부 발진기는 대칭 구조를 가질 수 있다.

[0039] 제1 전력 분배기(321)는 주입 고정 신호를 분배하여 제1 전송 라인(322)과 제2 전송 라인(323)을 통해 제2 전력 분배기(324)와 제3 전력 분배기(327)로 전달한다.

[0040] 제2 전력 분배기(324)는 제1 전송 라인을 통해 전달된 신호를 분배하여 제3 전송 라인(325)과 제4 전송 라인(326)을 통해 제1 발진기(331)와 제2 발진기(332)로 주입 고정 신호를 주입할 수 있다. 제3 전력 분배기(327)는

제2 전송 라인(323)을 통해 전달된 신호를 분배하여 제5 전송 라인(328)과 제6 전송 라인(329)을 통해 제3 발진기(333)와 제4 발진기(334)로 주입 고정 신호를 주입할 수 있다.

[0041] 여기서, 제1 발진기, 제2 발진기, 제3 발진기, 제4 발진기는 발진기 배열 순서를 의미하는 것이 아니라, 주입 고정 신호가 주입된 발진기의 인덱스를 지칭하는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0042] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 주입 고정 회로부(320)는 정방행렬로 배열된 발진기 배열에 대해 대칭 구조로 일부 발진기에만 주입 고정 신호가 주입되도록 제1 전력 분배기(321) 내지 제3 전력 분배기(327), 제1 전송 라인(322) 내지 제4 전송 라인(326)의 배치 구조가 결정될 수 있다.

[0043] 예를 들어, 주입 고정 회로부(320)는 정방행렬로 배열된 발진기 배열 중 모서리에 위치한 발진기들에만 주입 고정 신호가 주입되도록 제1 전력 분배기(321) 내지 제3 전력 분배기(327), 제1 전송 라인(322) 내지 제4 전송 라인(326)의 배치 구조가 결정될 수 있다.

[0044] 즉, 제2 전력 분배기(324)는 정방행렬로 배열된 발진기 배열 중 좌상측 모서리에 위치한 제1 발진기와 좌하측 모서리에 위치한 제2 발진기에 주입 고정 신호를 주입할 수 있다. 또한, 제3 전력 분배기(327)는 우상측 모서리에 위치한 제3 발진기와 우하측 모서리에 위치한 제4 발진기에만 주입 고정 신호를 주입할 수 있다.

[0045] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 전력 분배기(321)는 정방행렬로 배열된 발진기 배열(310)의 상측 또는 하측 중앙에 배치되며, 제2 전력 분배기(324)는 정방행렬로 배열된 발진기 배열(310)의 좌측 중심 위치에 배열되며, 제3 전력 분배기(327)는 정방행렬로 배열된 발진기 배열(310)의 우측 중심 위치에 배열될 수 있다.

[0046] 이로 인해, N x N 정방 행렬로 배열된 발진기 배열 중 각 모서리에 위치한 발진기(제1 발진기(331) 내지 제4 발진기(334))들로 연결되는 전송 라인들 또한 대칭 구조로 배열되도록 설계될 수 있다. 이를 통해, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전송 라인을 통한 신호 손실을 최소화할 수 있을 뿐만 아니라, 더 낮은 신호 세기에서 주입 고정시킬 수 있는 이점이 있다.

[0047] 다른 예를 들어, 주입 고정 회로부(320)는 정방행렬로 배열된 발진기 배열 중 동일한 행 또는 동일한 열에 위치한 발진기들에만 주입 고정 신호를 주입할 수도 있다. 즉, 주입 고정 회로부(320)는 제1 열에 배열된 제1 발진기, 제2 발진기, 제3 발진기 및 제4 발진기에만 주입 고정 신호를 주입할 수도 있다. 또한, 주입 고정 회로부(320)는 제1 행에 배열된 제1 발진기, 제2 발진기, 제3 발진기 및 제4 발진기에만 주입 고정 신호를 주입할 수도 있다.

[0048] 주입 고정 회로부(320)는 정방행렬로 배열된 발진기 배열 중 일부 발진기에만 주입 고정 신호를 주입하되, 신호가 주입되는 일부 발진기 또한 대칭 구조를 가지는 경우, 제한 없이 적용될 수 있다.

[0049] 도 3 및 도 7에 도시된 바와 같이, 4 x 4 발진기 배열에서 모서리에 위치한 4개의 발진기에만 주입 고정 신호를 주입하는 경우, 1:2 전력 분배기의 개수는 3개로 크게 줄어들게 되며, 필요한 전송 라인의 길이 또한 줄어들어 손실을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 주입 고정 회로의 복잡성을 크게 줄일 수 있는 이점이 있다.

[0050] 도 4는 3 x 3 발진기 배열 중 일부 발진기에만 주입 고정 신호를 주입한 일 예를 도시한 도면이다.

[0051] 도 5는 주입 고정 발진기 배열에 신호 주입 여부에 따른 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면이다.

[0052] 도 5의 (a)는 주입 고정 발진기 배열에 고정 주입 신호를 주입하지 않는 경우 시뮬레이션 결과이며, (b)는 주입 고정 발진기 배열에 고정 주입 신호를 주입한 경우 시뮬레이션 결과를 도시한 도면이다.

[0053] 도 5에서 보여지는 바와 같이, 주입 고정 발진기 배열 중 대칭 구조를 가지도록 일부 발진기에만 주입 고정 신호를 주입한 경우 주입한 신호로 주파수가 고정되며, 페이즈 노이즈가 작아지는 것을 알 수 있다.

[0054] 도 6은 종래와 본 발명의 일 실시예에 따른 발진기 배열의 주입 고정을 위한 최소 입력 신호 세기를 비교한 결과이다.

[0055] 종래와 비교하여 본 발명의 일 실시예에 따른 발진기 배열의 주입 고정 회로부는 주입한 신호가 지나는 전송 라인의 길이가 짧아서 손실을 줄여 각 발진기에 주입되는 신호의세기가 비교적 강하고 더 잘 주입 고정되게 할 수 있다.

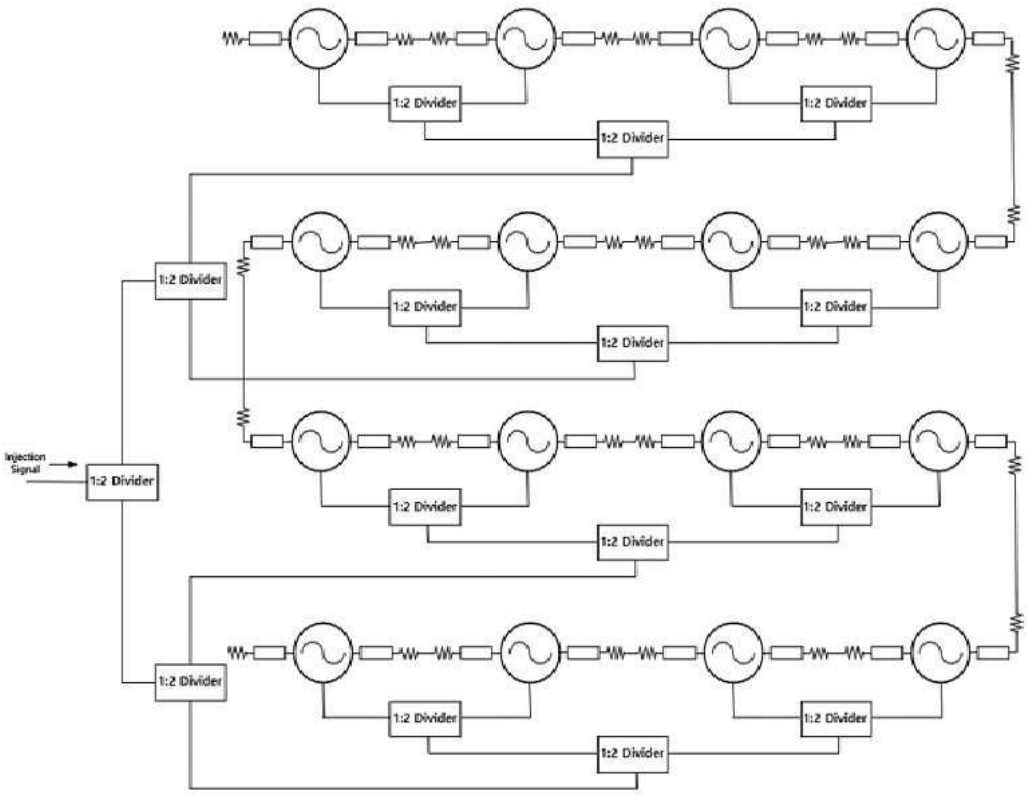
[0056] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 발진기 배열의 주입 고정 회로부가 주입 고정을 위한 신호의 세기가 더 낮음을 알 수 있다. 600GHz 대역의 주입 고정 발진기 배열의 경우, 출력 전력은 641GHz에서 13.1dBm이며, 주입 고정되는 입력 신호의 최소 세기 및 범위는 0dBm일 때 10GHz임을 알 수 있다.

[0057] 본 발명의 일 실시예에 따른 정방행렬로 배열된 발진기 배열 중 대칭적 구조를 가지도록 일부 발진기에만 주입 고정 신호를 주입하는 주입 고정 회로부(320)의 경우, 발진기 배열에서 구조나 배치를 바꾸지 않고 주입 고정 회로부(320)가 구현될 수 있는 이점도 있다. 또한, 전술한 바와 같이, 더 적은 최소한의 1:2 전력 분배기를 이용하여 발진기 배열 중 일부 발진기에 주입 고정 신호를 주입함으로써, 전송 라인의 길이를 최소화할 수 있어 손실을 줄일 수 있는 이점도 있다.

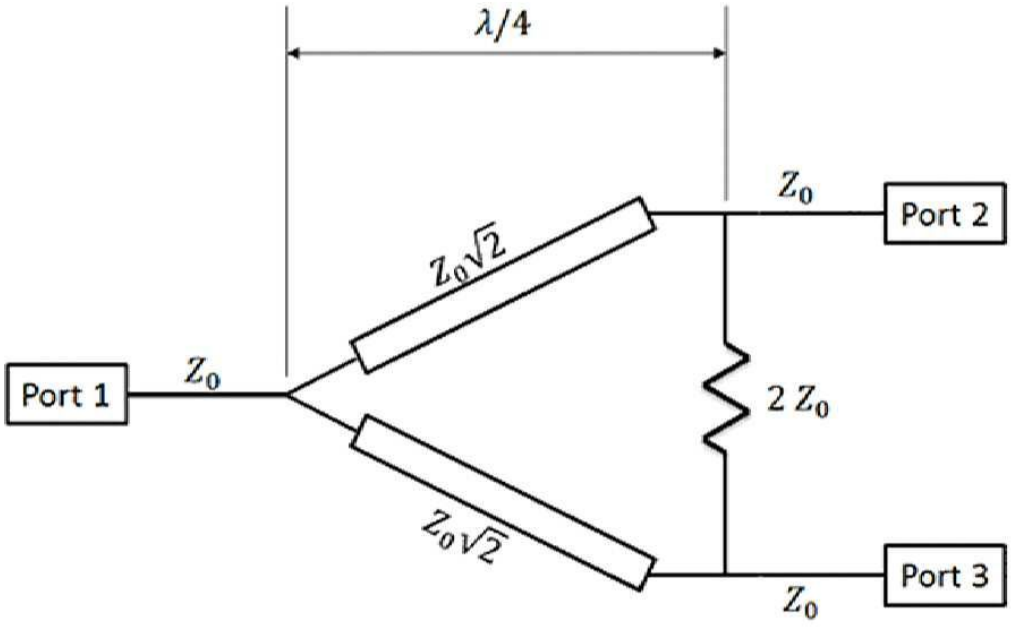
[0059] 이제까지 본 발명에 대하여 그 실시 예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

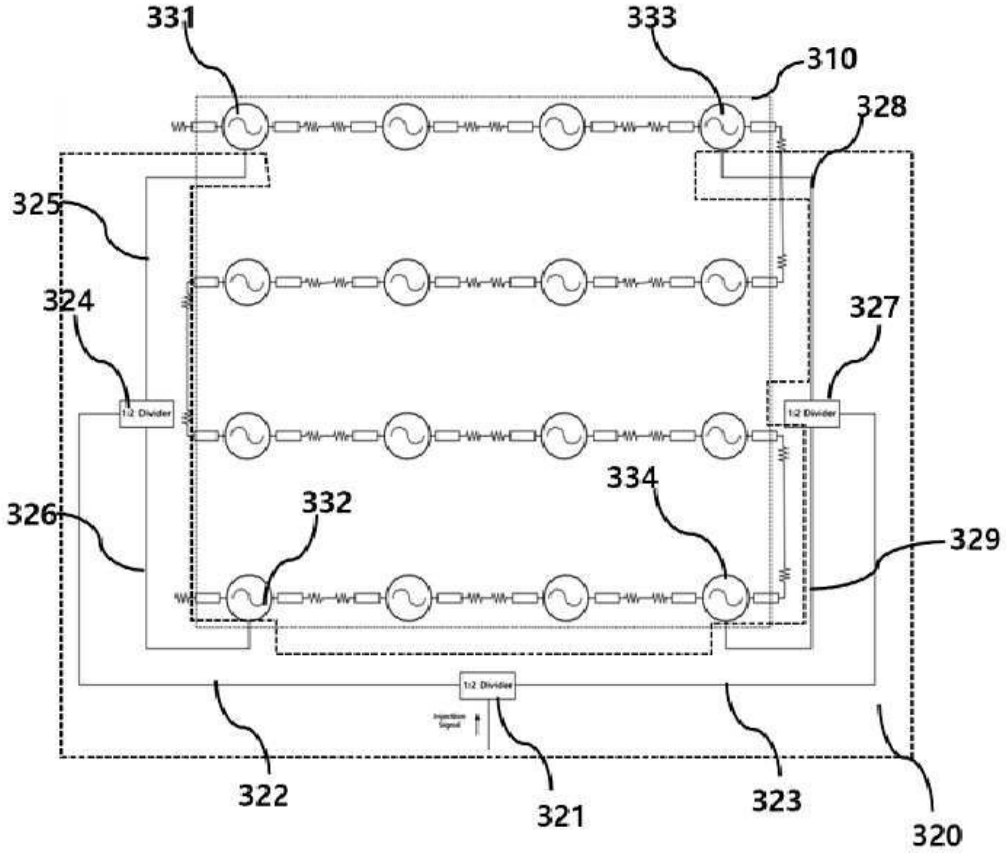
도면1



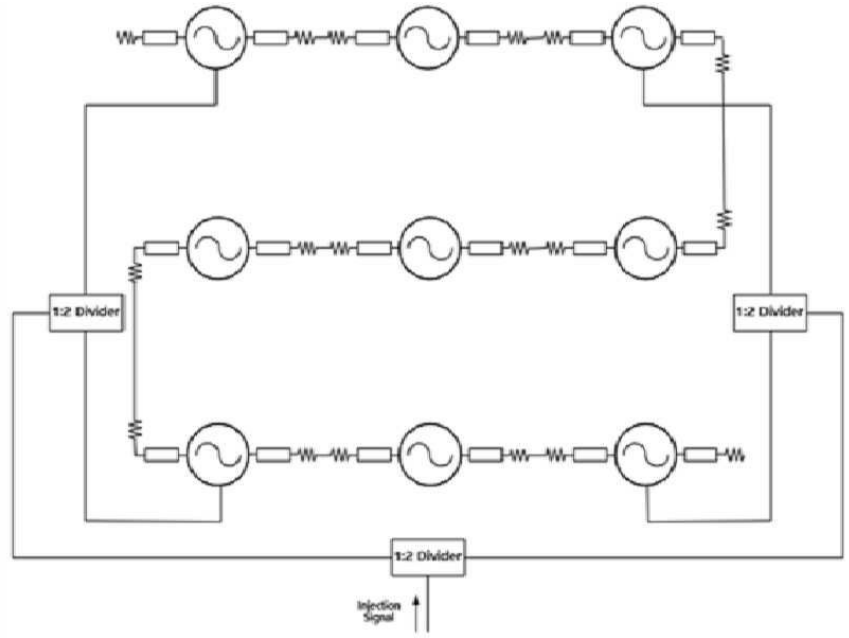
도면2


λ/4
Z0
Port 2
Z0√2
Port 1
Z0
2 Z0
Z0√2
Port 3
Z0

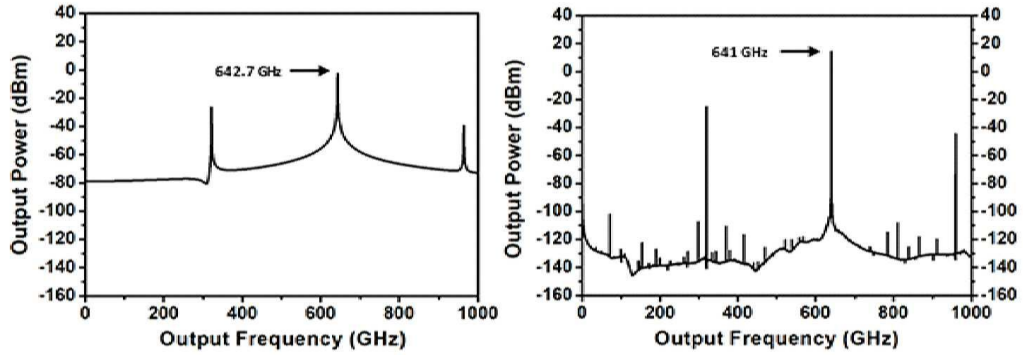
도면3


331
333
310
328
325
324
327
1:2 Divider
1:2 Divider
334
332
326
329
1:2 Divider
322
321
323
320

도면4

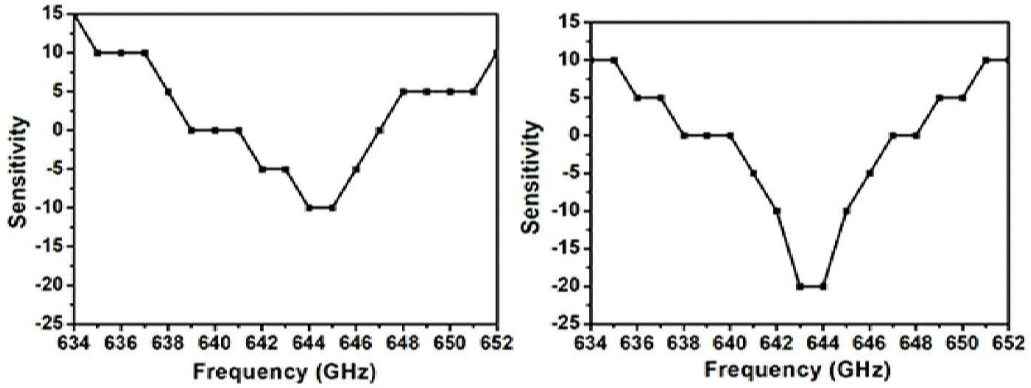


도면5



(a) 주입하지 않은 경우의 시뮬레이션 결과 (b) 주입한 경우의 시뮬레이션 결과

도면6



(a) 종래 방식의 sensitivity 시뮬레이션 결과 (b) 본 발명의 sensitivity 시뮬레이션 결과