



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년12월16일
(11) 등록번호 10-0932383
(24) 등록일자 2009년12월08일

(51) Int. Cl.

G01S 13/90 (2006.01) G01S 13/89 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0045436

(22) 출원일자 2009년05월25일

심사청구일자 2009년05월25일

(56) 선행기술조사문헌

EP01750142 A1*

US20060132370 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국지질자원연구원

대전 유성구 가정동 30번지

강원대학교산학협력단

강원 춘천시 효자동 192-1 강원대학교로 42

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

조성준

대전 유성구 전민동 엑스포아파트 107동 1405호

이훈열

강원도 춘천시 퇴계동 퇴계뜨란채아파트 1011 동 503 호

김광은

대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 406 동 601호

(74) 대리인

정상규

전체 청구항 수 : 총 3 항

심사관 : 장석환

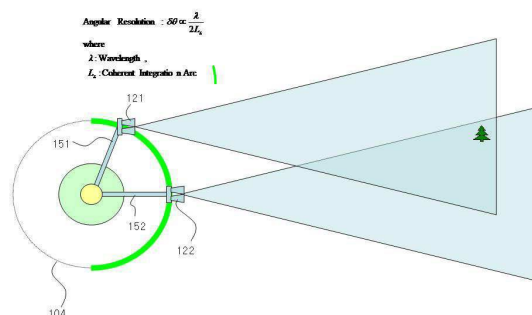
(54) 고해상도 영상 획득이 가능한 아크 합성구경 레이더 시스템

(57) 요약

본 발명의 고해상도 영상 획득이 가능한 아크 합성구경 레이더 시스템은, 원형의 레일; 상기 레일 위를 움직이고, 마이크로파를 타겟에 송신하는 송신 안테나와 타겟으로부터 반사된 반사파를 수신하는 수신 안테나; 상기 송신 안테나 및 상기 수신 안테나를 상기 레일 위로 각각 이동시키면서 수신된 복수의 반사파들을 입력받아 상기 타겟에 대한 영상 정보를 획득하는 합성 튜닝 장치;를 포함하여 이루어지고, 상기 송신 안테나 및 상기 수신 안테나는 상기 레일 위를 이동하며 각각 특정 타겟을 지속적으로 지향할 수 있도록 구동되는 것을 특징으로 한다.

이러한 본 발명의 아크 합성구경 레이더 시스템은 기존 GB-SAR 시스템에 비하여 합성구경의 길이를 늘려 영상영역을 확장할 뿐만 아니라 특정 타겟을 지속적으로 지향하는 스왑모드로 구동되어 특정 타겟에 대한 복수의 반사파가 수신 가능한 아크(Arc)의 길이를 늘릴 수 있어 보다 높은 해상도를 가진 영상 구현이 가능하다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NP2007-056
부처명	국토해양부
연구사업명	건설교통기술연구개발사업
연구과제명	차량을 이용한 국토모니터링 시스템 개발
주관기관	한국지질자원연구원
연구기간	2007년 09월 11일 ~ 2011년 06월 26일

특허청구의 범위

청구항 1

원형의 레일;

상기 레일 위를 움직이고, 마이크로파를 타겟에 송신하는 송신 안테나와 타겟으로부터 반사된 반사파를 수신하는 수신 안테나;

상기 송신 안테나 및 상기 수신 안테나를 상기 레일 위로 각각 이동시키면서 수신된 복수의 반사파들을 입력받아 상기 타겟에 대한 영상 정보를 획득하는 합성 튜닝 장치;

를 포함하여 이루어지고,

상기 송신 안테나 및 상기 수신 안테나는 상기 레일 위를 이동하며 각각 특정 타겟을 지속적으로 지향할 수 있도록 구동되는 것을 특징으로 하는 아크 합성구경 레이더 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 안테나는,

일단이 상기 원형 레일의 중앙에 구속되어 회전하는 암(Arm)의 타단에 방향제어가 가능하도록 고정되어 상기 레일 위를 움직이며, 제어장치에 의해 상기 암의 회전시 특정 타겟을 지향하도록 모션제어가 되는 것을 특징으로 하는 아크 합성구경 레이더 시스템.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 아크 합성구경 레이더 시스템은,

이동 가능한 차량에 탑재되는 것을 특징으로 하는 아크 합성구경 레이더 시스템.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 고해상도 영상 획득이 가능한 아크 합성구경 레이더 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 합성 구경 레이더(Synthetic Aperture Radar, 이하 SAR이라 약함) 시스템은 도플러 효과를 이용하여 구현된 것으로, 거리에 관계없이 일정한 방위각 해상도를 유지할 수 있으며, 초고주파를 사용하여 영상을 얻어내기 때문에 가시광의 유무와 날씨, 구름 등에 영향을 받지 않고 소기의 지역에 대한 정보를 얻어낼 수 있다. 특히 도플러 효과를 이용하기 때문에 기존의 SLAR(Side-Looking Aperture Radar) 보다 방위각 방향으로 훨씬 더 높은 고해상도를 실현한 시스템이다.

<3> 이러한 SAR 시스템은 수신된 신호로부터 영상을 재구성할 때, 수신신호에 포함되어 있는 거리방향 신호처리에 연관된 부분에 대한 압축(Range Compression)과 방위각 방향 신호처리에 연관된 부분에 대한 압축(Azimuth Compression)이 이루어진 후, 고주파 측정 왜곡을 보정하도록 구성된다.

<4> GB-SAR (Ground-Based Synthetic Aperture Radar)는 지상에서 안테나의 위치를 제어하여 합성 구경(Synthetic Aperture)을 이루어 높은 해상도의 2차원적 영상을 얻는 영상 레이더(imaging radar)로서, SAR의 원리를 이용하

는 일종의 레이더 스캐너(radar scanner)라 할 수 있다.

- <5> 레일과 같이 지상에 고착된 플랫폼에서 일측 운동을 통하여 안테나의 움직임을 정밀하게 제어할 수 있기 때문에, 항공기 및 인공위성에 탑재되어 운용되는 일반적인 SAR 시스템과는 달리 반복 정확성이 매우 뛰어난 것이 특징이다. 또한 안테나와 산란체의 기하학적 위치 관계를 정확하게 찾아낼 수 있기 때문에 최적의 SAR 영상화(focusing)를 구현할 수 있으며, 안테나를 동일한 위치에서 반복 측정하여 SAR 간섭 기법에서의 기선의 길이를 영(zero-baseline)으로 유지할 수 있다.
- <6> GB-SAR는 유지 및 보수가 쉽고 다양한 마이크로파 파장, 편파, 입사각 등을 구현할 수 있어, 항공기 및 인공위성 SAR의 지상 검보정 및 개념 설계용으로 사용될 수 있을 뿐만 아니라 독자적으로도 새로운 응용성을 찾을 수 있는 유망한 기술이다. 다양한 파장과 편파의 마이크로파에 반응하는 산란체의 특성 및 변화를 고해상도로 모니터링하거나, 위상의 변화를 장기간 관측하여 지반 침하량 측정, 사면 안정성 평가, 눈사태 감지와 같은 인공 및 자연 구조물의 안정성을 판단하는 목적으로도 사용될 수 있다.
- <7> GB-SAR를 이용하여 유럽에서는 LISA를 이용해 산사태 지역을 간섭기법을 통해 모니터링 한 연구결과를 발표 한 바 있으며 (Leva et al., 2003), 일본과 호주에서는 Pol-GB-SAR (Polarimetric GB-SAR) 와 In-GB-SAR (Interferometric GB-SAR) 시스템 개발(Hamasaki et al, 2005; Zhou and Cloude, 2005)이 발표된 바 있으며, 전 세계적으로 기술개발 초기 및 시험운용 단계라 할 수 있다. 국내에서도 이훈열 등(2007)에 의해 GB-SAR 시스템 및 영상처리기법 개발이 연구되고 있다.
- <8> 그런데 레일형 GB-SAR는 레일을 모니터링 위치에 고정시켜야 하는데 고정밀 레일의 제작비용이 매우 비싸며, 측정 장치의 운반과 설치가 매우 복잡하다는 문제점이 있으며, 또한 안테나가 직선 상에 레일을 이동하기 때문에 합성구경 확장에 한계가 있다는 단점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <9> 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 합성구경의 길이를 늘려 영상영역을 확장할 수 있을 뿐만 아니라 제작단가가 싸고 측정 장치의 신속한 기동이 가능하며 특히 고해상도 영상을 획득할 수 있는 새로운 합성구경 레이더 시스템을 제공하는데 있다.

과제 해결수단

- <10> 본 발명의 아크 합성구경 레이더 시스템은, 원형의 레일; 상기 레일 위를 움직이고, 마이크로파를 타겟에 송신하는 송신 안테나와 타겟으로부터 반사된 반사파를 수신하는 수신 안테나; 상기 송신 안테나 및 상기 수신 안테나를 상기 레일 위로 각각 이동시키면서 수신된 복수의 반사파들을 입력받아 상기 타겟에 대한 영상 정보를 획득하는 합성 튜닝 장치;를 포함하여 이루어지고,
상기 송신 안테나 및 상기 수신 안테나는 상기 레일 위를 이동하며 각각 특정 타겟을 지속적으로 지향할 수 있도록 구동되는 것을 특징으로 한다.
- <11> 상기 아크 합성구경 레이더 시스템은, 차량에 탑재되어 이동 가능하도록 구성될 수도 있으며,
상기 안테나는, 일단이 상기 원형 레일의 중앙에 구속되어 회전하는 암(Arm)의 타단에 방향제어가 가능하도록 고정되어 상기 레일 위를 움직이며, 제어장치에 의해 상기 암의 회전시 특정 타겟을 지향하도록 모션제어가 되도록 하는 것이 바람직하차량에 탑재되어 이동 가능하도록 구성될 수도 있다.
- <12> 삭제

효 과

- <13> 본 발명의 아크 합성구경 레이더 시스템은 합성구경의 길이를 늘리며 영상영역을 확장함으로써 분해능을 높일 수 있으며, 특히 특정 타겟을 지속적으로 지향하는 스팟모드로 구동되어 타겟에 대한 복수의 반사파가 수신 가능한 아크(Arc)의 길이를 늘릴 수 있어 보다 높은 해상도를 가진 영상 구현이 가능하다.
- <14> 또한, 차량 탑재에 의한 기동성을 확보하여, 침수나 침하 등 긴급 재난 지역에 즉각적인 대응이 가능하며, 대형

구조물의 주기적인 변형 모니터링을 수행할 수 있게 된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <15> 이하, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 설명한다.
- <16> 본 발명에 따른 아크 합성 구경 레이더 시스템(Arc Synthetic Aperture Radar System, 이하 'Arc-SAR 시스템' 이라고 함)은 차량 위에 탑재된 원형 레일 위를 밴드 안테나가 정밀하게 이동하면서 반사되어 되돌아온 마이크로파를 측정하고, 이후 합성 구경 영상 처리 기법을 이용하여 영상 처리를 수행한다.
- <17> 도 1 및 도 2는 본 발명의 Arc-SAR 시스템의 개념도를 보여주는 도면이다.
- <18> 본 발명의 Arc-SAR 시스템은 안테나가 직선 레일을 움직이는 기존의 GB-SAR 시스템과는 달리 안테나(121, 122)가 원형 레일(104) 위로 움직이면서 송신 안테나가 타겟을 향해 마이크로파를 송신하고 타겟으로부터 반사된 반사파를 수신 안테나 수신하게 되며, 안테나(121, 122)가 원형 레일(104)을 회전하면서 타겟으로부터 복수의 반사파를 획득하게 되고 이를 합성 튜닝 장치가 입력받아 타겟에 대한 영상 정보를 획득한다. 본 발명의 안테나(120)는 크게 송신 안테나(121) 및 수신 안테나(122)로 구성된다.
- <19> 도 1은 본 발명의 Arc-SAR 시스템에서 원형 레일(104)을 따라 안테나가 이동하면서 타겟 정보를 얻는 보편적인 스캔 모드(Standard Mode)를 보여주는 도면이다. 도 1을 참조하면, 회전축을 중심으로 원형 레일(104)을 따라 안테나(120)가 이동하면서 마이크로파 송수신을 통해 목표지점의 후방반사 자료가 얻어진다. 극좌표계로 (R, θ) 에 놓여있는 지상의 한 지점에 대하여 안테나(120)의 에너지가 조사되는 범위에 해당되는 coherent integration arc인 θ_s 와 coherent integration length인 L_s 는 아래와 같은 수학적식들을 만족한다.

수학적식 1

$$\theta_s = \theta_a - 2 \sin^{-1} \left(\frac{r_s}{R} \sin \frac{\theta_a}{2} \right)$$

<20>

수학적식 2

$$L_s = R \theta_s$$

<21>

- <22> 여기서, r_s 는 회전축이 되는 원점에서 안테나까지의 반경이고, θ_a 는 안테나 빔의 폭으로서, 안테나의 구경이 L_a 이고, 파장이 λ 일 때, $\theta_a = \lambda / L_a$ 로 주어진다. L_s (coherent integration arc length)는 영상의 해상도와 비례하며, 아크-합성 구경 레이더(Arc-SAR) 영상화를 거친 후 각해상도 $\delta \theta$ 는 대략적으로 아래의 수학적식을 만족한다.

수학적식 3

$$\delta \theta = \frac{\lambda}{2L_s}$$

<23>

- <24> 아크-합성구경 레이더(Arc-SAR) 시스템은 직선모양의 GB-SAR에 비하여 L_s 의 길이를 늘려 고해상도 레이더 영상을 구현하면서도 전방위적으로 영상을 획득할 수 있다는 장점이 있다.

- <25> 도 2는 안테나의 각도를 특정 타겟을 지속적으로 지향하도록 조절하는 스팟 모드(Spot Mode)에 대한 도면이다. 이 때 영상이 얻어지는 범위는 안테나의 빔 폭과 같은데 특정 타겟에 대한 복수의 반사파를 수신할 수 있는 아

크(Arc)의 길이가 도 1의 스캔 모드보다 도 2의 스팟 모드에서 더 큰 것을 알 수 있다. 즉, 스팟 모드가 스캔 모드에 비하여 L_s (coherent integration arc length)가 더 크며, 상기 수학적 식 3에 의하면 스팟 모드에서 더 높은 해상도의 영상을 구현할 수 있음을 알 수 있다.

- <26> 따라서, 본 발명의 Arc-SAR 시스템에서 고해상도의 영상을 획득하기 위해서는 안테나가 레일을 따라 회전하면서도 특정 타겟을 계속해서 지향하는 스팟 모드가 더 바람직함을 알 수 있다.
- <27> 본 발명의 Arc-SAR 시스템을 스팟 모드로 구현하기 위해서는 송신 안테나 및 수신 안테나가 상기 레일 위를 이동하며 각각 특정 타겟을 지속적으로 지향할 수 있도록 각 안테나의 모션제어가 이루어져야 한다. 이를 위해서 각 안테나가 레일 위를 이동하면서도 방향 제어가 가능하도록 회전 구동을 할 수 있는 기계적 구성을 갖추어야 하며, 구체적으로는 모터 구동을 통하여 방향 제어가 가능하도록 할 수 있다. 또한, 제어장치의 모션제어부를 통하여 각 안테나가 레일 위를 이동하면서도 특정 타겟을 지향하도록 자동적으로 방향 제어를 하는 것이 필요하다.
- <28> 일실시예로는, 도 2에 도시된 바와 같이, 각 안테나(121, 122)가 일단이 원형 레일(104)의 중앙에 구속되어 회전하는 암(Arm)(151, 152)의 타단에 방향제어가 가능하도록 고정되어 레일(104) 위를 움직이고, 제어장치에 의해 암(151, 152)의 회전시 특정 타겟을 지향하도록 모션제어가 되도록 구성될 수 있다.
- <29> 기타 본 발명의 Arc-SAR 시스템은 다음과 같이 구성될 수 있다.
- <30> 본 발명의 Arc-SAR 시스템에서, 안테나(121, 122)는 직교 모드 트랜스듀서(Ortho-Mode Transducer)를 이용한 이중 편파 스퀘어 혼 안테나(dual-polarization square horn antenna)가 이용될 수 있다. 이때 주파수 대역은 5-5.6GHz, 중심 주파수는 5.3GHz로서, ERS-1/2, Envisat, Radarsat-1과 같은 인공위성 SAR 영상과 동일한 C-band를 사용하도록 설계된다. 송신과 수신 포트는 마이크로파 스위치를 이용하여 자동으로 제어되어 다중 편파 자료를 동시에 획득한다.
- <31> 추가적으로 안테나(120) 위에는 실시간 위성 항법 시스템(Real-Time Kinematic Global Positioning System, 미도시)이 탑재되는 것이 바람직하다. 실시간 위성 항법 시스템은 장주기 모니터링을 위해 동일한 위치에 와서 다시 측정을 하게 될 때 측정 위치의 오차를 최소화시키는 데 사용된다. 실시간 위성 항법 시스템은 노트북(146)과 무선 통신을 수행한다. 여기서 무선 통신 방식은 RS-232 방식이 사용된다.
- <32> 한편, 본 발명의 Arc-SAR 시스템은 차량에 탑재되어 이동이 가능하도록 구성되는 것이 바람직하다. 미세한 차량이동 오차는 고정형 산란체(도시되지 않음)를 이용하여 보정된다. 합성 튜닝 장치(미도시)는 차량 내부에 설치된 벡터 네트워크 분석기를 통하여 안테나의 마이크로파를 송수신하게 된다. 또한, 위상의 대기 보정을 수행하기 위하여 자동 날씨 시스템이 장착되는 것이 바람직하다.
- <33> 본 발명의 Arc-SAR 시스템에서, 합성 튜닝 장치는 벡터 네트워크 분석기, 알에프 증폭기, 알에프 스위치, 인터페이스, PXI 계측기 및 노트북을 포함한다. 여기서 PXI 계측기(PCI eXtensions for Instrumentations)는 PC 기반의 모듈형 I/O 플랫폼이며, 테스트, 측정 및 제어 어플리케이션을 위해 이용된다. PXI 계측기에는 모션 제어부가 포함된다. 모션 제어부는 PXI 계측기의 제어에 따라 레일 위의 안테나를 이동시킨다.
- <34> 문자열로 이루어지는 자료획득 GPIB 명령을 벡터 네트워크 분석기로 보내면 이를 받은 네트워크 분석기가 트리거링을 하고 각 주파수 별로 실수성분과 허수 성분의 데이터를 얻기 시작한다. 풀 폴라리메트릭(Full Polarimetric)으로 자료를 획득하는 이 시스템에서는 사전에 각각의 분극에 맞는 보정파일을 작성하여 저장하고 있다가 알에프 스위치의 변환에 맞추어 각각 분극에 맞는 보정파일을 불러와(Call) 사용한다. 한 지점에서 측정된 4개 분극 자료는 각기 네 개의 화면에 주파수에 따른 로그 세기 형태로 도시되며, 동시에 IFFT를 통해 실시간 시간영역 자료가 도시되어 측정 자료의 퀄리티 제어(Quality Control) 하기가 용이하게 설계된다.
- <35> 본 발명의 아크-합성 구경 레이더 시스템의 알에프 신호의 이동 순서는 다음과 같다. 벡터 네트워크 분석기에서 발생된 스텝 주파수 신호(알에프 신호)는 알에프 증폭기에 의해 증폭된 후, 알에프 스위치의 제어를 통하여 송신 안테나로 전달된다. 송신 안테나는 타겟 물체로 알에프 신호를 전송한다. 또한, 타겟 물체로부터 반사된 반사파는 수신 안테나를 통해 수신되고, 알에프 스위치의 제어를 통하여 벡터 네트워크 분석기로 전달된다. 벡터 네트워크 분석기를 통해 전달된 반사파는 GPIB 인터페이스를 통하여 PXI로 전달되고, PXI에 전달된 반사파는 GPIB 인터페이스를 통하여 노트북에 전달된다. 노트북에 전달된 반사파는 화면에 도시된다.
- <36> 한편, 어느 하나의 위치에서 자료가 획득된 후에는 PXI 계측기의 모션 제어부는 서보 모터에 의해 원형 레일 위의 안테나를 다음 위치로 이동하게 된다.

<37> 하드웨어 측면에서 살펴보면, 뱅형 차량의 상부에 원형레일을 설치하고 마이크로파 송, 수신 안테나를 탑재한 후 레일 위를 1mm 이내의 정밀도로 이동시키며, 자료를 획득하게 된다. 송수신 장치의 구성은 벡터 네트워크 분석기를 기반으로 마이크로파 앰프, 마이크로파 스위치로 구성되며, 통합 제어 소프트웨어를 통해 외부 안테나의 이동과 함께 제어된다.

<38> 한편, Arc-SAR 영상의 구현은 원형레일을 따라 얻어지는 합성구경의 기하학적인 특수성을 감안하여 처리되는 것이 바람직하며, 이 시스템에서는 RTK-GPS를 장착하여 지반변형 모니터링 시 차량 이동 오차가 최소화되며, 이외에 고정형 산란체를 이용하여 차량 이동 오차가 보정된다. 또한 AWS (Automatic Weather System)을 장착하여 위상의 대기보정이 동시에 수행된다. 이 시스템은 차량 탑재에 의한 기동성의 확보로 침수나 침하 등 긴급 재난 지역에 즉각적인 대응이 가능하며, 대형 구조물의 주기적인 변형 모니터링 등에 활용성이 클 것이다.

<39> 이상과 같이 도면과 명세서에서 실시예가 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

<40> 도 1 및 도 2는 본 발명의 아크 합성구경 레이더 시스템의 개념도로서, 도 1은 원형 레일을 따라 안테나가 이동하면서 타겟 정보를 얻는 보편적인 스캔 모드(Scan Mode)를 보여주는 것이고, 도 2는 안테나의 각도를 특정 타겟을 지속적으로 지향하도록 조절하는 스팟 모드(Spot Mode)에 대한 도면이다.

<41> *도면의 주요부분에 대한 부호의 설명*

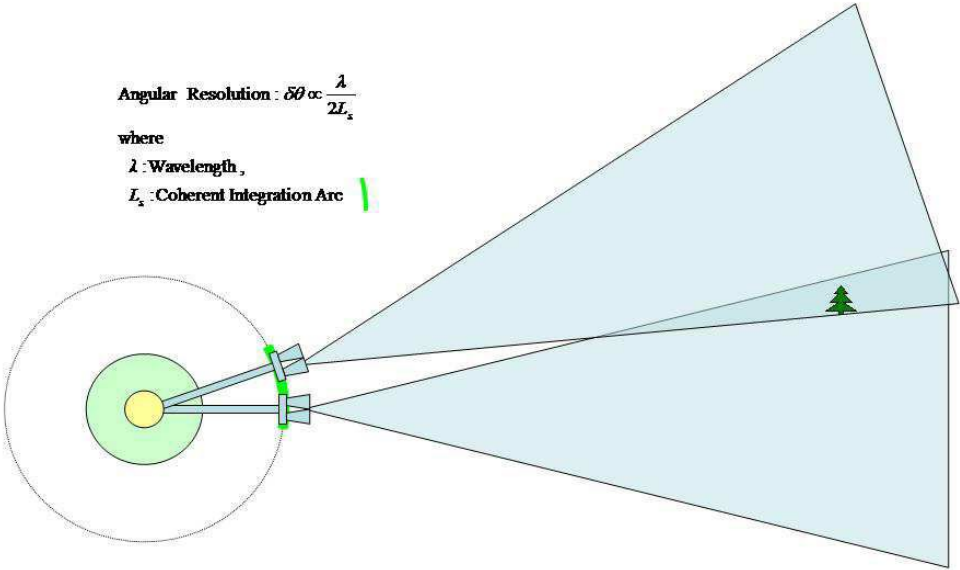
<42> 100: 아크 합성구경 시스템 104: 레일

<43> 120: 안테나

<44> 121: 송신 안테나 122: 수신 안테나

도면

도면1



도면2

