



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년06월03일
 (11) 등록번호 10-1403296
 (24) 등록일자 2014년05월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01V 3/165 (2006.01) G01V 3/40 (2006.01)
 G01V 3/16 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0152145
 (22) 출원일자 2013년12월09일
 심사청구일자 2013년12월09일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR100974484 B1

(73) 특허권자
 한국지질자원연구원
 대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)
 (72) 발명자
 박계순
 세종 누리로 59, 501동 403호 (한솔동, 첫마을아파트5단지)
 조성준
 대전 유성구 엑스포로 448, 206동 1207호 (전민동, 엑스포아파트)
 (74) 대리인
 김정수

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 김창주

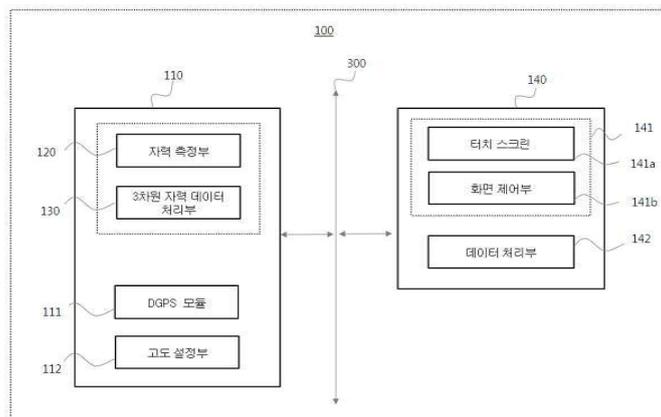
(54) 발명의 명칭 **3차원 항공 자력 탐사 시스템 및 이를 이용한 3차원 항공 자력 탐사 방법**

(57) 요약

3차원 항공 자력 탐사 시스템 및 이를 이용한 3차원 항공 자력 탐사 방법을 개시한다.

상기 3차원 항공 자력 탐사 시스템은 측정하고자 하는 지표 또는 지층의 좌표영역을 따라 움직이되, 상기 좌표영역 별로 고도를 가변시켜 이동하는 자력 탐사용 무인 비행체(110); 상기 자력 탐사용 무인 비행체(110)에 탑재되며, 상기 고도에 따른 상기 지표 또는 지층의 3차원 자력데이터를 측정하는 자력 측정부(120); 및 상기 고도에 따른 상기 지표 또는 지층의 3차원 자력데이터를 상기 좌표영역별로 역산 처리하는 3차원 자력데이터 처리부(130); VSAT 인터페이스(300); 상기 VSAT 인터페이스(300)와 연동되어, 상기 3차원 자력데이터를 수신하고, 내부에 자동항법 프로그램을 통해 상기 자력 탐사용 무인 비행체(110)를 고도 별로 이동이 가능하도록 제어하는 비행 제어신호, 측정 좌표신호, 자력 측정 신호를 출력하는 상기 자력 탐사용 무인 비행체로 출력하는 무선 제어부(140)를 포함하고, 상기 무선 제어부(140)는, 상기 3차원 자력데이터를 상기 측정 대상 지표 또는 상기 측정 대상 지층의 좌표별로 사용자에게 표시하는 영상정보 표시부(141)를 구비하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	GP2013-014
부처명	산업통상자원부
연구사업명	주요사업-부처임무형
연구과제명	광화대 멀티스케일 3D 지질모델링 구현
기 여 율	1/1
주관기관	한국지질자원연구원
연구기간	2013.01.01 ~ 2013.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

측정하고자 하는 지표 또는 지층의 좌표영역을 따라 움직이되, 상기 좌표영역 별로, 고도를 가변시켜 이동하는 자력 탐사용 무인 비행체(110);

상기 자력 탐사용 무인 비행체(110)에 탑재되며, 상기 고도에 따라 서로 다른 상기 지표 또는 지층의 3차원 자력데이터를 측정하는 자력 측정부(120);

상기 고도에 따른 상기 지표 또는 지층의 3차원 자력데이터를 3차원 좌표를 이용하여 역산 처리하는 3차원 자력 데이터 처리부(130);

VSAT(Very Small Aperture Terminal) 인터페이스(300); 및

상기 VSAT 인터페이스(300)와 연동되어, 상기 3차원 자력데이터를 수신하고, 내부에 자동항법 프로그램을 통해 상기 자력 탐사용 무인 비행체(110)를 고도 별로 이동이 가능하도록 제어하는 비행 제어신호, 측정 좌표신호, 자력 측정 신호를 상기 자력 탐사용 무인 비행체로 출력하는 무선 제어부(140)를 포함하고,

상기 무선 제어부(140)는,

상기 3차원 자력데이터를 상기 측정 대상 지표 또는 상기 측정 대상 지층의 좌표별로 사용자에게 표시하는 영상 정보 표시부(141)를 구비하는 것을 특징으로 하는 3차원 항공 자력 탐사 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 자력 탐사용 무인 비행체(110)는,

상기 지표 또는 지층의 좌표영역을 탐색하는 GPS 모듈(111); 및

상기 무선 제어부(140)에서 출력되는 고도 제어신호에 따라 상기 좌표영역 별로 고도를 가변시키는 고도 설정부(112)를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 항공 자력 탐사 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 3차원 자력데이터 처리부(130)는,

상기 3차원 자력데이터를 측정방향에 따라 일정 간격으로 3차원 격자화시키는 3차원 격자 모듈(122); 및

3차원 격자화된 상기 3차원 자력데이터를 3차원 역산처리하여 해석하는 3차원 역산 처리부(132)를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 항공 자력 탐사 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 영상정보 표시부(141)는,

복수의 감지방식으로 사용자의 터치를 감지할 수 있는 터치 스크린(141a); 및

실행 중인 어플리케이션의 타입 또는 상기 어플리케이션의 표시상태를 기초로 상기 복수의 감지방식에 의해 각각 감지되어 생성된 터치신호들 중 하나를 선택하고, 상기 선택된 터치신호에 따라 상기 어플리케이션이

동작되도록 하는 제어부(141b)를 포함하고,

상기 복수의 감지방식은,

감압식, 정전식, 초음파방식, 적외선방식, 광학방식 및 변형률계(Strain Gauge) 방식 중 적어도 두 개를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 항공 자력 탐사 시스템.

청구항 5

청구항 제1항 내지 청구항 제4항 중 어느 하나의 항에 기재된 3차원 항공 자력 탐사 시스템을 이용한 3차원 항공 자력 탐사 방법에 있어서,

측정하고자 하는 지표 또는 지층의 좌표영역, 상기 좌표영역의 측정 좌표점, 상기 좌표영역 상공을 이동하는 자력 탐사용 무인 비행체의 고도를 무선 제어부에서 설정하는 자력 측정 준비 단계(S110);

비행 고도 별로 상기 지표 또는 지층의 좌표영역의 자력을 측정하는 자력 측정 단계(S120); 및

고도 변화에 따라 측정된 상기 지표 또는 지층의 3차원 자력데이터를 측정방향에 따라 일정 간격으로 3차원 격자화시킨 후, 3차원 역산 처리하는 3차원 자력데이터 처리단계(S130)를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 항공 자력 탐사 방법

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 3차원 자력데이터 처리단계(S130)는,

상기 3차원 자력데이터를 측정방향에 따라 일정 간격으로 3차원 격자화시키는 3차원 격자화 단계(S131); 및

3차원 격자화된 상기 3차원 자력데이터를 3차원 역산 처리하는 3차원 역산처리 단계(S132)를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 항공 자력 탐사방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 3차원 자력데이터를 상기 측정 대상 지표 또는 상기 측정 대상 지층의 좌표별로 영상정보 표시부(141)를 통해 사용자에게 표시하는 영상정보 표시단계(S140)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 항공 자력 탐사 방법.

청구항 8

측정하고자 하는 지표 또는 지층의 좌표영역, 상기 좌표영역의 측정 좌표점, 상기 좌표영역 상공을 이동하는 자력 탐사용 무인 비행체의 고도를 무선 제어부에서 설정하는 자력 측정 준비 단계(S110);

비행 고도 별로 상기 지표 또는 지층의 좌표영역의 자력을 측정하는 자력 측정 단계(S120); 및

고도 변화에 따라 측정된 상기 지표 또는 지층의 3차원 자력데이터를 측정방향에 따라 일정 간격으로 3차원 격자화시킨 후, 3차원 역산 처리하는 3차원 자력데이터 처리단계(S130)를 기록한 코드를 판독하는 기록 매체.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 무인 항공기를 이용한 자력 탐사 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 3차원 항공 자력 탐사 시스템 및 이를 이용한 3차원 항공 자력 탐사 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로 헬리콥터나 고정익기를 사용하는 항공자력 탐사는 넓은 영역의 탐사 지역을 빠른 시간에 탐사할 수 있는 큰 장점을 가지고 있다.
- [0003] 그러나 안정성을 확보하기 위하여 대상체(지표)로부터 일정 높이 이상 비행하여야 하는 단점을 가지고 있어 높은 해상도의 자료를 얻기에는 많은 제약을 가지고 있다. 이로 인하여 항공 자력 탐사는 탐사 단계 중 초기 광역 탐사에 주로 이용되어 왔다.
- [0004] 이러한 항공 자력 탐사의 단점을 극복하기 위하여 최근 무인비행선과 같은 안정성이 높은 탐사 방법이 개발되면서 탐사 고도를 지표 부근으로 낮추어 높은 해상도의 자료를 얻을 수 있는 방법이 개발되고 있다.
- [0005] 이와 같이 최근 개발되고 있는 저고도의 항공 자력 탐사 자료는 기존의 방법에 비하여 좁은 영역에서 조밀한 탐사가 수행되고 있으며, 이로 인하여 기존의 고정 익기를 사용하였던 탐사 결과에 비하여 높은 해상도의 지하구조 해석 결과를 도출하려는 연구가 진행되고 있다.
- [0006] 따라서 지하의 대자율 구조를 해석하는 자력탐사 자료를 이용하여, 보다 높은 해상도의 대자율 구조 모델을 해석하려는 노력은 중요한 연구 과제라 할 수 있다.
- [0007] 일반적으로 항공 자력 탐사의 목적은 넓은 탐사 영역의 자력 이상 분포도를 작성하는데 있다.
- [0008] 즉, 자력 이상 지도를 작성하는 것이 주요 관심사였다. 이 때문에 항공 자력 탐사 자료의 특징은 2차원적인 분포를 갖게 된다. 이에 반하여 이번에 새롭게 제시하는 방법은 자력 탐사 자료를 2차원적인 평면 자료로 획득하는 것이 아니라 3차원 적으로 획득하는 방법이다.
- [0009] 다시 말해, 기존 탐사 방법의 경우 동일한 x, y (또는 위경도) 좌표에서는 하나의 자력 값이 얻어지는데 반하여 새롭게 제시되는 방법은 동일한 x, y (또는 위경도) 좌표라 하더라도 고도가 서로 다른 여러 개의 탐사 자료가 획득되게 된다.
- [0010] 이러한 3차원 탐사 방법은 2차원 자료를 이용하여 수치적으로 3차원 자료를 산출했을 때 발생할 수 있는 계산상의 오차나 잔류자화 이상체로부터 발생할 수 있는 오차 등의 문제에서 자유로울 수 있으며, 3차원 자료가 갖는 모든 장점을 포함할 수 있다. 3차원 자료의 장점을 살펴보면, 지하에 분포하는 자력 이상체로부터의 거리가 다양한 자료들이 동일한 역산 과정에 포함되어 역산에 이용되는 자료가 갖는 해상도 범위가 다양해져 역산 입력자료의 분포 효율이 높아지게 된다. 이로 인하여 지하의 대자율 구조를 해석하기 위하여 수행되는 자력 역산 해석의 비유일성을 줄이는데 효과가 있으며, 2차원 자료로는 예측이 어려운, 지자기장과 자화 방향이 다른 잔류자화 이상체의 자화 방향을 효과적으로 예측할 수 있다는 점이 있다.
- [0011] 예를 들면, 도 1에 나타낸 다양한 크기와 모양을 갖는 이상체가 서로 다른 심도에 각각 서로 다른 지역에 위치한다고 가정할 경우 지표에서 나타나는 자력 이상의 패턴은 그림에 나타난 자력 이상 곡선처럼 그 크기나 패턴이 서로 유사하여 구분이 되지 않을 수 있다.
- [0012] 즉, 지표 부근의 작은 이상체와 심부에 위치하는 큰 이상체의 자력 이상 크기와 모양이 동일하여 역산 과정에서 다양한 이상체들 중에서 하나를 결정하는데에는 많은 오류(역산의 비 유일성)가 발생할 수 있다는 문제점을 가지고 있다.
- [0013] 보다 상세하게는, 일반적으로 자력 탐사 자료의 해상도는 측정점으로부터 대상체까지의 거리가 가까울수록 높은 특징을 갖는다.
- [0014] 이는 자극강도가 각각 m_1 , m_2 인 두 극이 거리 r 만큼 떨어져 있을 때, 두 극 사이에 작용하는 자력 H 는 쿨롱의

법칙에 의하여 $F = \frac{1}{\mu} \frac{m_1 m_2}{r^2}$ (μ : 투자율)이며, 자력탐사에서 사용되는 자기장 H 는 단위 극에 작용하는 자력으로 정의되며, m_1 에서 거리 r 만큼 떨어진 점에서의 자기장 $H = \frac{F}{m_2} = \frac{1}{\mu} \frac{m_1}{r^2}$ 이기 때문이다.

- [0015] 즉, 자력 탐사에서 실제 측정되는 자기장 값은 대상체로부터 떨어진 거리의 제곱에 반비례하여 대상체로부터 멀어질수록 그 값이 크게 감소하게 된다.
- [0016] 이러한 원리를 고려할 때 이상체의 크기에 따른 이상값의 변동과 거리에 따른 감소 효과가 서로 상쇄되어 역산의 비유일성이 나타날 수 있는 것이다.
- [0017] 이에 본 발명은 역산에 사용되는 자료의 분포 효율을 높여 역산의 비유일성을 기존의 방법에 비하여 효과적으로 줄여 나갈 수 있고, 잔류자화 이상체의 자화방향 예측에 효과적인 3차원 항공 자력 탐사 시스템 및 이를 이용한 자력 탐사 방법을 제공하고자 한다

선행기술문헌

특허문헌

- [0018] (특허문헌 0001) 대한민국 특허등록번호 제10-1331950호(발명의 명칭: 자전거형 자력탐사 시스템)
- (특허문헌 0002) 대한민국 특허등록번호 제10-0974484호(자력탐사용 휴대용 무인비행선 및 이를 이용한 자력탐사 시스템)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0019] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 종래의 문제점인 항공 자력 탐사 시에, 다양한 크기와 모양을 갖는 이상체가 서로 다른 심도에 각각 서로 다른 지역에 위치한다고 가정할 경우, 측정되는 자력 이상 곡선의 크기 및 패턴이 서로 유사하여 구분이 되지 않는 문제점, 예컨대, 지표 부근의 작은 이상체와 심부에 위치하는 큰 이상체의 자력 이상 크기와 모양이 동일하여 역산 과정시에 오류(역산의 비유일성)가 발생하는 문제점을 자료 분포의 효율을 높여 실제적으로 줄일 수 있고, 2차원 탐사 자료를 이용해서는 예측하기 어려운 잔류자화 이상체의 자화방향성 해석에 효과적인 3차원 항공 자력 탐사 시스템 및 이를 이용한 자력 탐사 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0020] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 실시 예에 따른 3차원 항공 자력 탐사 시스템은 측정하고자 하는 지표 또는 지층의 좌표영역을 따라 움직이되, 상기 좌표영역 별로 고도를 가변시켜 이동하는 자력 탐사용 무인 비행체(110); 상기 자력 탐사용 무인 비행체(110)에 탑재되며, 상기 고도에 따른 상기 지표 또는 지층의 3차원 자력데이터를 측정하는 자력 측정부(120); 상기 고도에 따른 상기 지표 또는 지층의 3차원 자력데이터를 상기 3차원 좌표를 이용하여 역산 처리하는 3차원 자력데이터 처리부(130); VSAT 인터페이스(300); 상기 VSAT 인터페이스(300)와 연동되어, 상기 3차원 자력데이터를 수신하고, 내부에 자동항법 프로그램을 통해 상기 자력 탐사용 무인 비행체(110)를 고도 별로 이동이 가능하도록 제어하는 비행 제어신호, 측정 좌표신호, 자력 측정 신호를 출력하는 상기 자력 탐사용 무인 비행체로 출력하는 무선 제어부(140)를 포함하고, 상기 무선 제어부(140)는, 상기 3차원 자력데이터를 상기 측정 대상 지표 또는 상기 측정 대상 지층의 좌표별로 사용자에게 표시하는 영상정보 표시부(141)를 구비하는 것을 특징으로 한다.

- [0021] 상기 자력 탐사용 무인 비행체(110)는, 상기 지표 또는 지층의 좌표영역을 탐색하는 GPS 모듈(111); 및 상기 무

선 제어부(140)에서 출력되는 고도 제어신호에 따라 상기 좌표영역 별로 고도를 가변시키는 고도 설정부(112)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 상기 3차원 자력데이터 처리부(130)는 상기 3차원 자력데이터를 측정방향에 따라 일정 간격으로 3차원 격자화시키는 3차원 격자 모듈(131); 및 3차원 격자화된 상기 3차원 자력데이터를 3차원 역산처리하여 해석하는 3차원 역산처리부(132)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 상기 영상정보 표시부(141)는 복수의 감지방식으로 사용자의 터치를 감지할 수 있는 터치 스크린(141a); 및 실행 중인 어플리케이션의 타입 또는 상기 어플리케이션의 표시상태를 기초로 상기 복수의 감지방식에 의해 각각 감지되어 생성된 터치신호들 중 하나를 선택하고, 상기 선택된 터치신호에 따라 상기 어플리케이션이 동작되도록 하는 제어부(141b)를 포함하고, 상기 복수의 감지방식은, 감압식, 정전식, 초음파방식, 적외선 방식, 광학방식 및 변형률계(Strain Gauge) 방식 중 적어도 두 개를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 실시 예에 따른 3차원 항공 자력 탐사 시스템을 이용한 3차원 항공 자력 탐사 방법은 측정하고자 하는 지표 또는 지층의 좌표영역, 상기 좌표영역의 측정 좌표점, 상기 좌표영역 상공을 이동하는 자력 탐사용 무인 비행체의 고도를 무선 제어부에서 설정하는 자력 측정 준비 단계(S110); 비행 고도 별로 상기 지표 또는 지층의 좌표영역의 자력을 측정하는 자력 측정 단계(S120); 및 고도 변화에 따라 측정된 상기 지표 또는 지층의 3차원 자력데이터를 측정방향에 따라 일정 간격으로 3차원 격자화시킨 후, 3차원 역산 처리하는 3차원 자력데이터 처리단계(S130)를 포함한다.

[0025] 상기 3차원 자력데이터 처리단계(S130)는, 상기 3차원 자력데이터를 측정방향에 따라 일정 간격으로 3차원 격자화시키는 3차원 격자화 단계(S131); 및 3차원 격자화된 상기 3차원 자력데이터를 3차원 역산 처리하는 3차원 역산처리 단계(S132)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 상기 3차원 자력데이터를 상기 측정 대상 지표 또는 상기 측정 대상 지층의 좌표별로 영상정보 표시부(141)를 통해 사용자에게 표시하는 단계(S140)를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 실시 예에 따른 기록매체는 측정하고자 하는 지표 또는 지층의 좌표영역, 상기 좌표영역의 측정 좌표점, 상기 좌표영역 상공을 이동하는 자력 탐사용 무인 비행체의 고도를 무선 제어부에서 설정하는 자력 측정 준비 단계(S110); 비행 고도 별로 상기 지표 또는 지층의 좌표영역의 자력을 측정하는 자력 측정 단계(S120); 및 고도 변화에 따라 측정된 상기 지표 또는 지층의 3차원 자력데이터를 측정방향에 따라 일정 간격으로 3차원 격자화시킨 후, 3차원 역산 처리하는 3차원 자력데이터 처리단계(S130)를 기록한 코드를 판독하는 기록 매체인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0028] 본 발명의 실시 예에 따른 3차원 항공 자력 탐사 시스템 및 이를 이용한 자력 탐사 방법, 기록매체를 이용하면, 지질의 자력탐사 시에, 3차원 자력데이터를 획득함으로써 역산 시 이용되는 자료의 분포 특성이 좋아지기 때문에 지층구조에 따른 자력 데이터의 해석상의 오차를 줄일 수 있다는 이점을 제공한다.

[0029] 또한, 3차원 자력데이터를 이용함으로써 지층의 구조에 따라 서로 다른 크기의 이상대의 위치를 보다 정확하게 예측할 수 있다는 이점을 제공한다.

- [0030] 또한, 기존의 방법으로 수직 자력 변화율 값을 얻기 위해서 고가의 변화율 센서를 사용하거나 여러 개의 센서를 다양한 위치로 달아 획득하던 것에 비하여 측정점의 위치 변화가 크므로 높은 해상도의 값을 갖는 3차원적 자료를 얻을 수 있다는 이점을 제공한다.
- [0031] 즉, 본 발명에 따르면, 하나의 고도면 자료만 있을 경우 (동일(x,y) 좌표에 하나의 자료만 있는 경우) 역산 해석 시 자료의 해상도가 서로 유사하여 자료가 갖는 분포 특성이 3차원 자료에 비하여 좋지 않을 뿐만 아니라 잔류자화 이상체가 존재할 경우 그 방향성을 예측하기 어렵지만, 두 개 층 이상의 3차원 자료를 이용할 경우 동일(x,y) 좌표에 두 개 이상의 자력 자료가 존재하기 때문에 역산에 이용되는 자료의 해상도가 다양해져 역산 자료의 분포가 역산 해석에 효율적이 되어 역산 해석의 안전성이 높아지게 된다.
- [0032] 또한, 연구지역에 잔류자화 이상체가 존재할 경우 그 방향성 예측이 2차원 탐사에 비해 용이해 진다는 이점을 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [0033] 도 1은 동일한 자력 이상을 나타내는 다양한 대자율 이상체를 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 2는 본 발명이 실시 예에 따른 자력 탐사용 무인 비행체가 고도 별로 동일한 자력 측정 지점들로부터 대상체(지면 또는 지층)의 자력을 탐사하는 과정을 도시한 예시도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 3차원 항공 자력 탐사 시스템을 나타낸 블록도이다.
- 도 4는 도 3에 도시된 3차원 자력 데이터 처리부를 보다 상세하게 나타낸 블록도이다.
- 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 3차원 항공 자력 탐사 방법을 설명하기 위한 플로우 차트이다.
- 도 6은 모델 검증에 사용된 모델의 대자율 구조 단면도이다.
- 도 7은 모델 검증에 사용된 모델 중 고대자율체의 3차원 영상이다.
- 도 8은 2차원 탐사를 가정하여 생성된 측정점을 나타낸다.
- 도 9는 3차원 탐사를 가정하여 생성된 측정점을 나타낸다.
- 도 10은 2차원 탐사 역산 처리 결과 중 고대자율체 영역을 나타낸다.
- 도 11은 3차원 탐사 역산 처리 결과 중 고대자율 영역을 나타낸다.
- 도 12는 도10의 확대 영상을 나타낸다.
- 도 13은 도 11의 확대 영상을 나타낸다.
- 도 14는 2차원 탐사 역산 결과의 단면을 나타낸다.
- 도 15는 3차원 탐사 역산 결과 단면을 나타낸다.
- 도 16은 도 14의 확대 영상을 나타낸다.
- 도 17은 도 15의 확대 영상을 나타낸다.
- 도 18은 본 발명의 실시 예인 3차원 항공 자력 탐사 시스템을 이용한 3차원 항공 자력 탐사 방법을 통해 획득한 지층의 3차원 자력 영상의 단면을 나타낸 예시도이다.
- 도 19는 도 18의 입체 영상을 나타낸 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예의 상세한 설명은 첨부된 도면들을 참조하여 설명할 것이다. 하기에서 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.
- [0035] 본 발명의 개념에 따른 실시 예는 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 특정 실시

예들을 도면에 예시하고 본 명세서 또는 출원에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시 예를 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

- [0036] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0037] 본 명세서에서 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 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0038] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예에 따른 3차원 항공 자력 탐사 시스템 및 이를 이용한 자력 탐사 방법을 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명하도록 한다.
- [0039] 도 1은 동일한 자력 이상을 나타내는 다양한 대자율 이상체를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0040] 도 2는 본 발명이 실시 예에 따른 자력 탐사용 무인 비행체가 고도 별로 동일한 자력 측정 지점들로부터 대상체 (지면 또는 지층)의 자력을 탐사하는 과정을 도시한 예시도이다.
- [0041] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 3차원 항공 자력 탐사 시스템을 나타낸 블록도이다.
- [0042] 도 4는 도 3에 도시된 3차원 자력 데이터 처리부를 보다 상세하게 나타낸 블록도이다.
- [0043] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 3차원 항공 자력 탐사 방법을 설명하기 위한 플로우 차트이다.
- [0044]
- [0045] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 3차원 항공 자력 탐사 시스템을 나타낸 블록도이다.
- [0046] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 3차원 항공 자력 탐사 시스템(100)은 자력 탐사용 무인 비행체를 이용하여 측정하고자 하는 지표 또는 지층의 자력을 측정지점별로 고도를 다르게 하여 상기 지표 또는 지층의 자력을 측정한 후, 측정된 자력을 2차원 자력데이터 및 3차원 자력데이터로 순차적으로 변환시키는 시스템일 수 있다.
- [0047] 보다 구체적으로, 상기 3차원 항공 자력 탐사 시스템(100)은 자력탐사용 무인 비행체(110), 자력 측정부(120), 3차원 자력데이터 처리부(130) 및 무선 제어부(140)를 포함한다.
- [0048] 상기 자력탐사용 무인 비행체(110)는 상기 무인 제어부를 통해 측정하고자 하는 지표 또는 지층의 좌표영역을 따라 움직이되, 상기 좌표영역 별로, 고도를 가변시켜 이동한다.
- [0049] 이때, 상기 자력탐사용 무인 비행체(110)는 지면과 대향되는 상부면에 전파 차폐체(미도시)를 구비하여, 외부에서 발생하는 자력신호를 차단시킴으로써, 대상체(지면 또는 지층)의 자력을 노이즈 없이 측정할 수 있다.
- [0050] 또한, 상기 자력탐사용 무인 비행체(110)는 DGPS 모듈(111) 및 고도 설정부(112)를 구비할 수 있으며, 상기 DGPS 모듈(111)은 위성을 통해 상기 지표 또는 지층의 좌표영역을 탐색하는 기능을 수행하며, 상기 고도 설정부(112)는 상기 무선 제어부(140)에서 출력되는 고도 제어신호에 따라 상기 좌표영역 별로, 고도를 가변시키는 기능을 수행한다.

- [0051] 상기 자력 측정부(120)는 자력 탐사용 무인 비행체(110)에 탑재되며, 상기 자력 탐사용 무인 비행체(110)가 서로 다른 높이의 고도로 움직일 때, 지표 또는 지층의 3차원 자력데이터를 측정하는 기능을 수행한다.
- [0052] 예컨대, 상기 자력 측정부(121)는 상기 지표 또는 지층의 자력을 측정하며, 보다 상세하게는 무선 제어부에서 제공된 측정점들(A, B, C, . . . , A-1, B-2, C-2)에 측정된 상기 지표 또는 지층의 자력을 측정하는 기능을 수행한다.
- [0053] 상기 3차원 자력데이터 처리부(130)는 고도 변화에 따라 측정된 상기 지표 또는 지층의 3차원 자력데이터를 측정방향에 따라 일정 간격으로 3차원 격자화시킨 후, 3차원 역산 처리하는 기능을 수행한다.
- [0054] 보다 구체적으로, 상기 3차원 자력데이터 처리부(130)는 3차원 격자 모듈(131) 및 3차원 역산처리부(132)를 포함한다.
- [0055] 상기 3차원 격자 모듈(131)은 상기 3차원 자력데이터를 측정방향에 따라 일정 간격으로 3차원 격자화시키는 기능을 수행하며, 예컨대, 상기 측정점에서 측정된 상기 3차원 자력데이터를 측정방향(예컨대, 비행체의 이동경로)을 따라 일정 간격으로 격자화시키는 기능을 수행한다.
- [0056] 상기 3차원 역산처리부(132)는 3차원 격자화된 상기 3차원 자력데이터를 3차원 역산 처리하는 기능을 수행한다.
- [0057] 다음으로, 상기 무선 제어부(140)는 자동항법장치를 통해 상기 자력 탐사용 무인 비행체(110)를 고도 별로 이동이 가능하도록 제어하며, 상기 3차원 자력데이터 처리부에서 제공되는 3차원 자력데이터를 실시간으로 처리하는 기능을 수행한다.
- [0058] 또한, 상기 무선 제어부(140)는 상기 3차원 자력데이터를 상기 측정 대상 지표 또는 상기 측정 대상 지층의 좌표별로 사용자에게 표시하는 영상정보 표시부(141)를 더 포함할 수 있다.
- [0059] 상기 영상정보 표시부(141)는 터치 스크린(141a) 및 화면 제어부(141b)를 포함할 수 있다.
- [0060] 상기 터치 스크린(141a)은 복수의 감지방식으로 사용자의 터치를 감지하는 스크린이며, 상기 화면 제어부(141b)는 실행 중인 어플리케이션의 타입 또는 상기 어플리케이션의 표시상태를 기초로 상기 복수의 감지방식에 의해 각각 감지되어 생성된 터치신호들 중 하나를 선택하고, 상기 선택된 터치신호에 따라 상기 어플리케이션이 동작되도록 처리하는 기능을 수행한다.
- [0061] 여기서, 상기 복수의 감지방식은 감압식, 정전식, 초음파방식, 적외선방식, 광학방식 및 변형률계(Strain Gauge) 방식 중 적어도 두 개를 포함할 수 있다.
- [0062] 따라서, 상기 영상정보 표시부(141)는 3차원 자력데이터를 도 18 및 도 19에 도시된 형태로 사용자에게 표시할 수 있다.
- [0063] 다음으로, 상기 VSAT 인터페이스(300)는 인공위성과 연동되는 무선통신망으로서, 보다 상세하게는 중앙허브(Hub)국과 다수의 VSAT국(자국)으로 구성된 스타형 네트워크 망을 갖는 무선 통신망일 수 있다.
- [0064] 또한, VSAT 인터페이스(300)는 TDM/TDMA 및 Switched SCPC 방식을 겸용하는 무선 통신망일 수 있다.
- [0065] 보다 상세하게, 상기 VSAT 인터페이스(300)는 WWAN(Wireless Wide Area Network), WLAN(Wireless Local Area Network), WPAN(Wireless Personal Area Network) 등과 같은 다양한 무선 통신 네트워크와 결합될 수 있으며, "네트워크" 및 "시스템"이라는 용어는 종종 대체하여 사용될 수 있다. WWAN 은 CDMA(Code Division Multiple Access) 네트워크, TDMA(Time Division Multiple Access) 네트워크, FDMA(Frequency Division Multiple Access) 네트워크, OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 네트워크, SCFDMA(Single-Carrier Frequency Division Multiple Access 네트워크, LTE(Long Term Evolution) 등을 포함한다.
- [0066] 여기서, CDMA 네트워크는 cdma2000, Wideband-CDMA(W-CDMA) 등과 같은 하나 또는 그 이상의 RATs(Radio Access Technologies)에서 실행될 수 있다. Cdma2000은 IS-95, IS-2000, 및 IS-856 표준을 포함한다. TDMA 네트워크는 GSM(Global System for Mobile Communications), D-AMPS(Digital Advanced Mobile Phone System), 또는 몇몇 다른 RAT에서 실행될 수 있다.
- [0067] GSM 및 W-CDMA는 3GPP("3rd Generation Partnership Project")라 명명된 컨소시엄으로부터의 문서에 기술되어

있다. Cdma2000은 3GPP2("3rd Generation Partnership Project2")라 명명된 컨소시엄으로부터의 문서에 기술되어 있다. 3GPP 및 3GPP2 문서는 공중이 이용가능하다. WLAN은 IEEE 802.11x 네트워크이고, WPAN은 블루투스 네트워크, IEEE 802.15x, 또는 임의의 다른 타입의 네트워크이다. 상기 기술들은 또한 WWAN, WLAN 및/또는 WPAN의 어떤 조합에 의하여 실행될 수 있다.

- [0068] 이하에서는 본 발명의 실시 예에 따른 3차원 항공 자력 탐사 시스템을 이용한 3차원 항공 자력 탐사 방법을 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명하도록 한다.
- [0069] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 3차원 항공 자력 탐사 방법을 설명하기 위한 플로우 차트이다.
- [0070] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 3차원 항공 자력 탐사 방법(S100)은 자력 측정 준비 단계(S110), 자력 측정 단계(S120) 및 3차원 자력데이터 처리단계(S130)를 포함한다.
- [0071] 또한, 상기 3차원 항공 자력 탐사 방법(S100)은 상기 3차원 자력데이터 처리단계(S130)에서 처리한 3차원 자력 데이터를 상기 측정 대상 지표 또는 상기 측정 대상 지층의 좌표별로 영상정보 표시부(141)에 표시하는 영상정보 표시단계(S140)를 더 포함할 수 있다.
- [0072] 보다 구체적으로, 상기 자력 측정 준비 단계(S110)는 측정하고자 하는 지표 또는 지층의 좌표영역, 상기 좌표영역의 측정 좌표점, 상기 좌표영역 상공을 이동하는 자력 탐사용 무인 비행체의 고도를 무선 제어부에서 설정하는 단계일 수 있다.
- [0073] 상기 자력 측정 단계(S120)는 비행 고도 별로 측정하고자 하는 지표 또는 지층의 좌표영역의 3차원 자력데이터를 측정하는 단계일 수 있다.
- [0074] 상기 3차원 자력데이터 처리단계(S130)는 고도 변화에 따라 측정된 상기 지표 또는 지층의 3차원 자력데이터를 측정방향에 따라 일정 간격으로 3차원 격자화시킨 후, 3차원 역산 처리하는 단계일 수 있다.
- [0075] 보다 구체적으로, 상기 3차원 자력데이터 처리단계(S130)는 3차원 격자화 단계(S131) 및 3차원 역산처리 단계(S132)를 포함한다.
- [0076] 상기 3차원 격자화 단계(S131)는 상기 3차원 자력데이터를 측정방향에 따라 일정 간격으로 3차원 격자화시키는 단계로서, 예컨대, 상기 측정점에서 측정된 상기 3차원 자력데이터를 측정방향(예컨대, 비행체의 이동경로)을 따라 일정 간격으로 격자화시키 단계이다.
- [0077] 상기 3차원 역산처리 단계(S132)는 3차원 격자화된 상기 3차원 자력데이터를 3차원 역산 처리하는 단계일 수 있다.
- [0078]
- [0079] 이하에서는 도면을 참조하여, 모델 테스트를 통한 2차원 탐사와 3차원 탐사 방법의 효용성 확인을 검증한 실험 예를 설명하도록 한다.
- [0080] 도 6은 모델 검증에 사용된 모델의 대자율 구조 단면도이다. 도 7은 모델 검증에 사용된 모델 중 고대자율체의 3차원 영상이다. 도 8은 2차원 탐사를 가정하여 생성된 측정점을 나타낸다. 도 9는 3차원 탐사를 가정하여 생성된 측정점을 나타낸다. 도 10은 2차원 탐사 역산 처리 결과 중 고대자율체 영역을 나타낸다. 도 11은 3차원 탐사 역산 처리 결과 중 고대자율 영역을 나타낸다. 도 12는 도10의 확대 영상을 나타낸다. 도 13은 도 11의 확대 영상을 나타낸다. 도 14는 2차원 탐사 역산 결과의 단면을 나타낸다. 도 15는 3차원 탐사 역산 결과 단면을 나타낸다. 도 16은 도 14의 확대 영상을 나타낸다. 도 17은 도 15의 확대 영상을 나타낸다.

[0081] [표 1]

구분	세부 내역	2D 탐사	3D 탐사
모델 구성	측점수	2601	1764 (441×4)
	거리	50m	50/125/200/275 m
	역산 블럭수	450000	450000
역산 오차	역산 오차 (RMS misfit)	0.0918527 nT	0.146275 nT
결과 모델 오차	오차 (Std. deviation)	0.00499489	0.00499308
	오차 (Variance)	2.49489 e-05	2.49308 e-05
	오차 (mean)	0.00489263	0.00489145

[0082]

[0083] 표 1은 모델 구성, 역산 오차, 결과 모델 오차를 2D 탐사 및 3D 탐사로 분류하여 나타낸 표이다.

[0084] 본 실험에서의 모델 검증은 자료의 신뢰도를 높이기 위하여 상용 자력 해석 프로그램인 Paradigm사에서 개발한 GoCAD의 Potential Fields 모듈을 이용하여 해석하였다.

[0085] 또한, 이 소프트웨어에서 사용하는 자력 코드는 Vpmg라는 코드로 세계적으로 유명한 SCI급 논문에도 많이 인용되고 사용되는 코드이다.

[0086] 이번 모델 검증은 자료의 해상도가 다양한 3차원 탐사 자료와 그렇지 않은 2차원 탐사 자료의 역산 효율성을 비교하기 위한 것으로 3차원 자료가 더 효과적으로 예측할 수 있는 잔류자화 이상체는 모델에 추가하지 않았으며, 제한된 해상도를 갖는 자력탐사 방법의 특징을 고려하여 순산코드에 잡음을 추가하지 않고 역산을 수행하였다.

[0087] 이러한 방법이 가능한 이유는 이 모델 검증에 이용된 자력 역산 코드 자체에 순산코드와는 달리 일반적인 지질 구조와 유사한 패턴을 갖게 하기 위한 많은 제한조건들이 포함되어 있기 때문이다.

[0088] 1. 모델 설명

[0089] 검증에 사용된 대자율 모델은 해발고도가 0 m로 평평한 지형으로 구성하였으며 지하 1000 m 심도에서부터는 상부 지층에 비하여 대자율 특성이 0.01 SI가 높은 구조가 나타나는 2층구조이다. 다만 연구지역 중심부에는 아래의 그림과 같이 사각뿔 형태로 높은 대자율체가 관입하는 모양을 추가하여 모델을 생성하였다.

[0090] 2. 측정 생성

[0091] 자료의 역산을 위해 생성된 측점은 2차원 탐사 측선의 경우 지표로부터 50 m 상공에서 탐사가 이루어졌다는 가정 하에 생성하였으며, 3차원 탐사의 경우 50/ 125/ 200/ 275 m에서 탐사가 이루어졌다는 가정 하에 생성하였다. 측정의 수는 2차원탐사의 경우 2601개의 측점을 생성하였으며, 3차원탐사의 경우 각 높이에 441개 측정씩 총 1764개의 측점을 생성하였다.

[0092] 3. 측정 분포 특성

[0093] 자력 효과는 대상체와의 거리가 가까울수록 해상도가 높아지기 때문에 가장 가까운 측정거리를 갖는 고도 50 m에서 생성된 측정들이 다른 고도에서 생성된 측점에 비하여 강한 이상값을 보여주게 된다.

[0094] 2차원 탐사의 경우 가장 낮은 고도에 2601개의 측점을 가지고 있어, 3차원 탐사의 4개층에 분포하는 모든 측정수인 1764개 보다 많은 수의 측점이 생성되었기 때문에 자료 자체의 해상도 및 자료의 양적인 측면에서는 3차원 탐사에 비하여 훨씬 좋은 자료를 포함하고 있다고 가정할 수 있다.

[0095] 4. 결과 해석

[0096] **역산 오차:** 역산 오차란 역산에 이용된 측정의 자력과 역산결과 해석된 모델의 반응으로 계산된 자력의 차이이다. 모델 검증 결과를 보면 2차원 탐사 자료를 이용한 경우가 3차원 탐사 자료를 이용한 경우에 비하여 작은 역산 오차를 가지고 있으나, 이는 해상도가 높은 자료를 이용하였기 때문이며, 역산 결과가 실제 모델과 얼마나 부합하고 있는지를 판단하는 근거는 될 수 없다.

- [0097] **결과모델 오차:** 결과모델 오차란 역산을 통해 해석된 대자율 모델과 실제 측정 생성에 이용되었던 대자율 모델의 값의 차이를 나타내는 것으로 역산 결과가 실제 모델을 얼마나 정확하게 맞추었는지를 보여주는 값이다.
- [0098] 결과모델 오차를 보면, 오차의 표준편차, 분산, 평균에서 모두 3차원 탐사 결과가 작은 차이지만 더 작은 오차를 보이고 있어 자료 자체의 평균적인 해상도는 2차원 탐사자료에 비하여 낮지만 자료의 효율적인 공간 분포 즉, 3차원 분포로 인하여 실제 모델을 해석하는 데는 보다 효과적인 결과를 보여주고 있음을 확인해 주고 있다.
- [0099] 따라서, 본 발명의 실시 예에 따른 3차원 항공 자력 탐사 시스템(100) 및 이를 이용한 자력 탐사 방법(S100)은 지질의 자력탐사 시에, 3차원적 자료를 획득함으로써 자료의 양과 질이 높아져서 자료 해석상의 오차를 줄일 수 있다는 이점을 제공한다.
- [0100] 또한, 3차원 자료를 이용하여 자료의 방향성이 잘 측정되기 때문에 이상대의 위치를 보다 정확하게 예측할 수 있다는 이점을 제공한다.
- [0101] 또한, 기존의 방법으로 수직 자력 변화율 값을 얻기 위해서 고가의 변화율 센서를 사용하거나 여러 개의 센서를 다양한 위치로 달아 획득하던 것에 비하여 측정의 위치 변화가 크므로 높은 해상도의 값을 갖는 3차원적 자료를 얻을 수 있다는 이점을 제공한다.
- [0102] 또한 기존의 방법으로 수행할 경우, 하나의 고도면 자료만 이용할 수 있기 때문에 역산 해석 시 자료의 공간적 분포 특성이 3차원 자료에 비하여 효율적이지않을 뿐만 아니라 잔류자화 이상체가 존재할 경우 그 방향성을 예측하기 어렵지만, 두 개 층 이상의 3차원 자료를 이용할 경우 동일 (x,y) 좌표에 두 개 이상의 자력 자료가 존재하기 때문에 역산에 이용되는 자료의 공간적 분포가 역산해석에 효율적이 되어 역산의 안전성이 높아지게 된다. 또한, 연구지역에 잔류자화 이상체가 존재할 경우 그 방향성 예측이 2차원 탐사에 비해 용이해 진다.
- [0103] 한편, 본 발명의 실시 예에서 제시한 상기 3차원 항공 자력 탐사 방법(S100)은 펌웨어 및/또는 소프트웨어를 포함하는 실행에서, 이러한 방법들은 여기에서 기재된 기능을 수행하는 모듈(예를 들어, 절차, 기능 등)로 실행된다.
- [0104] 명령이 구현된 임의의 머신-판독 가능 매체는 여기에서 기재된 방법들을 실행하는데 사용된다. 예를 들어, 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되고 프로세서 유닛에 의해 실행된다.
- [0105] 메모리는 프로세서 유닛 내에 또는 프로세서 유닛 외부에 구현될 수도 있다. 여기에서 사용되는 "메모리"라는 용어는 롬 칩, 숏 텀, 휘발성, 비휘발성, 또는 다른 메모리 타입을 나타내고 임의의 특정 타입의 메모리 또는 메모리의 수, 또는 메모리에 저장된 미디어의 타입을 제한하지 않는다.
- [0106] 만약 펌웨어 및/또는 소프트웨어에서 수행된다면, 그 기능은 컴퓨터 판독가능 매체에 하나 또는 그 이상의 명령 또는 코드로서 저장된다. 예들은 데이터 스트럭처로 인코딩된 컴퓨터 판독가능 매체 및 컴퓨터 프로그램으로 인코딩된 컴퓨터 판독가능 매체를 포함한다.
- [0107] 예를 들어, 제조물은 컴퓨터 프로그램 제품을 포함한다. 컴퓨터 프로그램 제품은 컴퓨터 판독가능 매체를 포함한다. 컴퓨터 판독가능 매체는 물리적 컴퓨터 스토리지 미디어를 포함한다. 스토리지 매체는 컴퓨터에 의해 액세스할 수 있는 임의의 이용가능한 매체이다.
- [0108] 예로써, 한정하지 않게, 그러한 컴퓨터로 읽을 수 있는 매체는 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM, 또는 다른 광학 디스크 스토리지, 자기 디스크 스토리지, 반도체 스토리지, 또는 다른 스토리지 디바이스들, 또는 컴퓨터/프로세서 (일반적 목적 또는 특별한 목적)에 의해 액세스될 수 있고 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 원하는 프로그램 코드를 저장하기 위해 사용될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다.
- [0109] 여기서, 디스크 (disk) 및 디스크 (disc) 는 콤팩트 디스크 (CD), 레이저 디스크, 광학 디스크, 디지털 다기능 디스크 (DVD), 플로피 디스크, 및 블루레이 디스크를 포함하며, 통상적으로 디스크 (disk) 들은 자기적으로 데이터를 재생하는 한편, 디스크 (disc) 들은 레이저들로 광학적으로 데이터를 재생한다. 또한, 상기의 조합들이 컴퓨터 판독가능 매체의 범위 내에 포함되어야 한다.
- [0110] 컴퓨터 판독가능 매체에 저장되는 것에 더하여, 명령들 및/또는 데이터는 통신 장치에 포함된 전송 매체의 신호로서 제공된다. 예를 들어, 통신 장치는 명령들 및 데이터를 표시하는 신호를 가지는 송수신기를 포함한다.

[0111] 명령들 및 데이터는 하나 또는 그 이상의 프로세서에서 청구범위에 기재된 기능을 실행하도록 구현된다. 즉, 통신 장치는 구현된 기능들을 수행하는 데이터를 가리키는 신호를 가진 전송 매체를 포함한다. 최초에는, 통신 장치 내에 포함된 전송 매체는 개시된 기능들을 수행하는 데이터의 제 1 부분을 포함하고, 두 번째에는 통신 장치 내에 포함된 전송 매체가 개시된 기능을 수행하는 데이터의 제 2 부분을 포함할 수도 있다.

[0112] 한편, 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

부호의 설명

[시스템 부재번호]

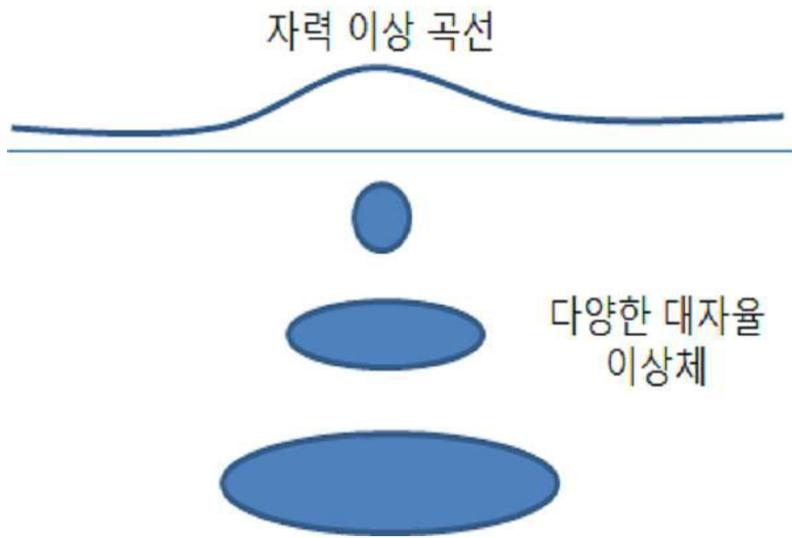
- 100: 3차원 항공 자력 탐사 시스템
- 110: 자력 탐사용 무인 비행체
- 111: DGPS 모듈
- 112: 고도 설정부
- 120: 자력 측정부
- 130: 3차원 자력데이터 처리부
- 131: 3차원 격자 모듈
- 132: 3차원 역산처리부
- 140: 무선 제어부
- 141: 영상정보 표시부
- 141a: 터치 스크린
- 141b: 화면 제어부
- 142: 데이터 처리부
- 300: VSAT 인터페이스

[방법 부재번호]

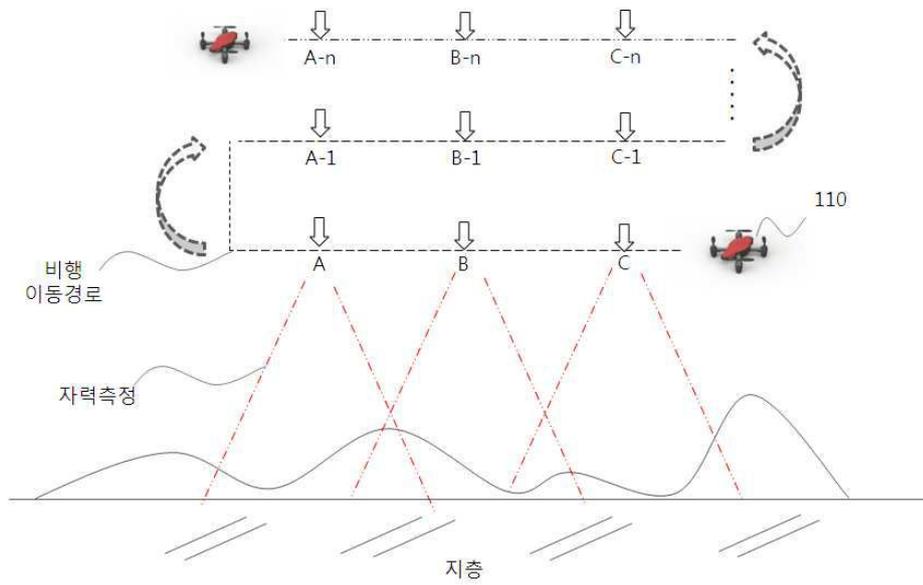
- S100: 3차원 항공 자력 탐사 방법
- S110: 자력 측정 준비 단계
- S120: 자력 측정 단계
- S130: 3차원 자력데이터 처리단계
- S131: 3차원 격자화 단계
- S132: 3차원 역산 처리단계
- S133: 2차원 데이터 변환단계
- S140: 영상정보 표시 단계

도면

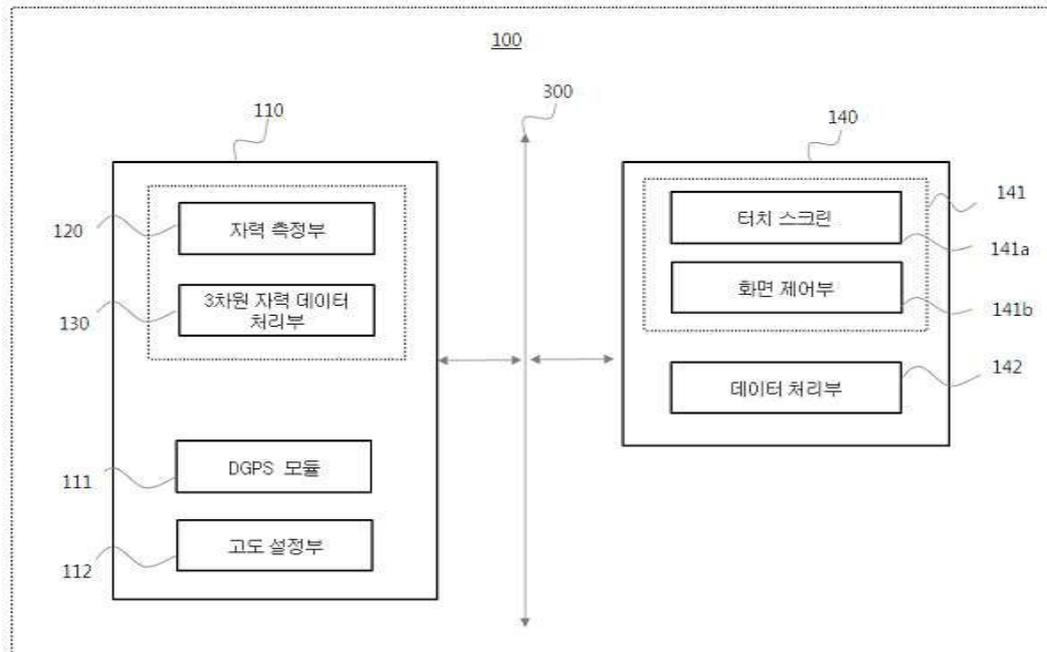
도면1



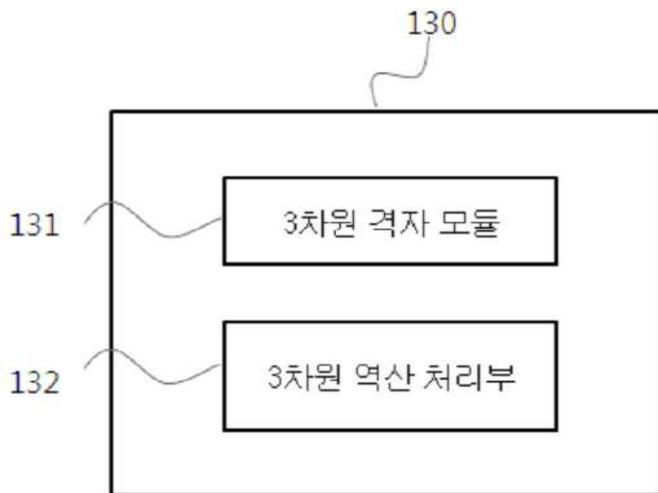
도면2



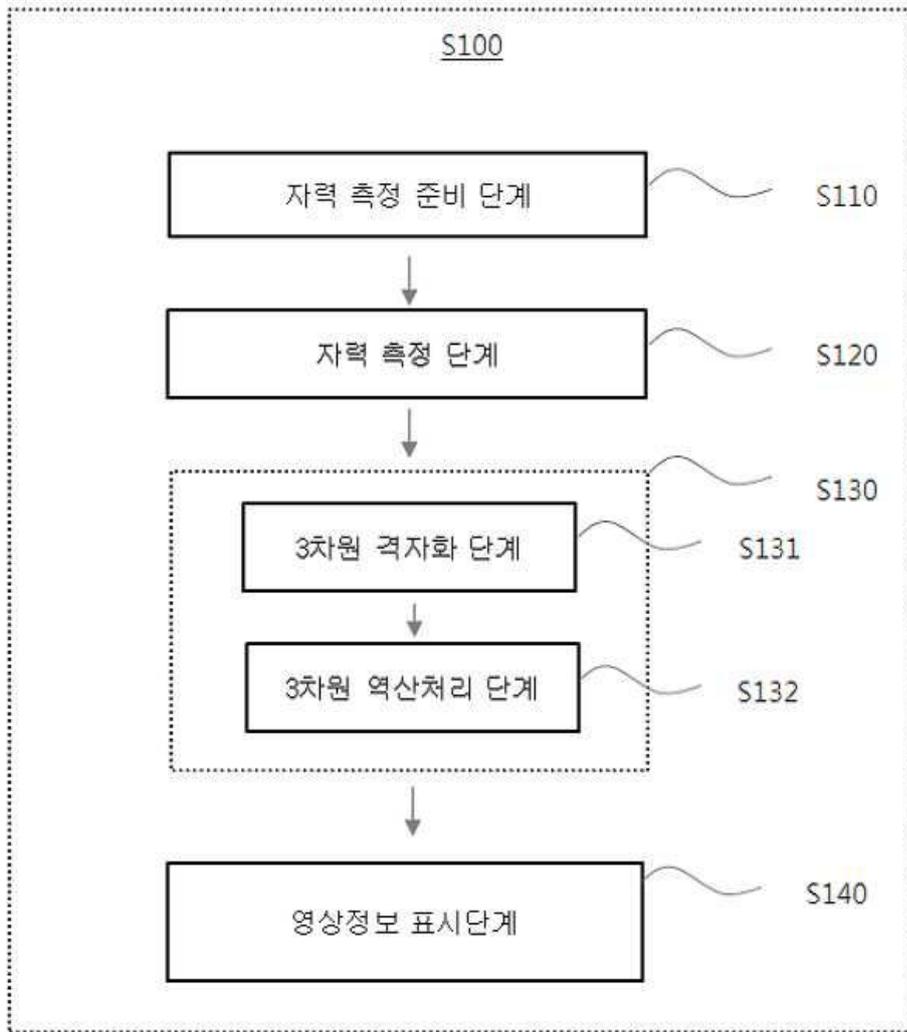
도면3



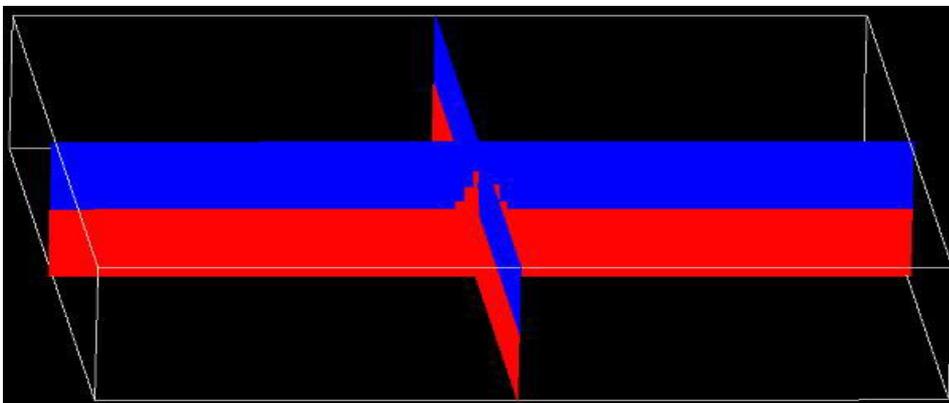
도면4



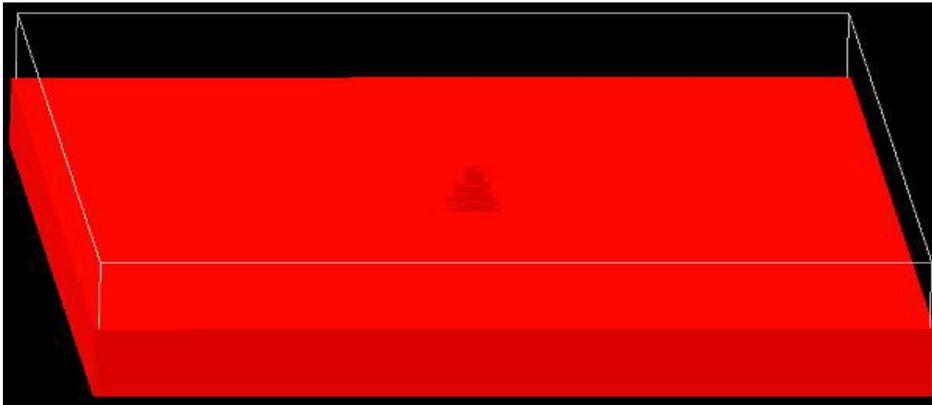
도면5



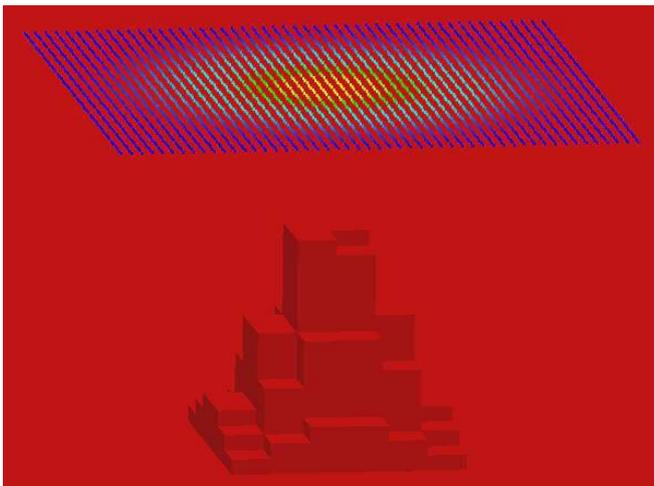
도면6



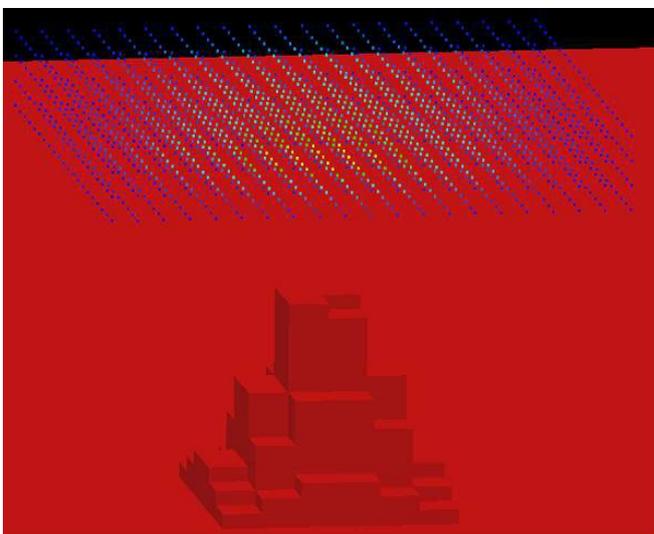
도면7



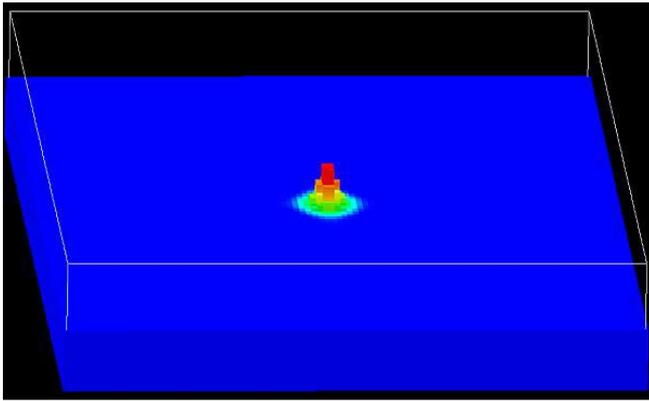
도면8



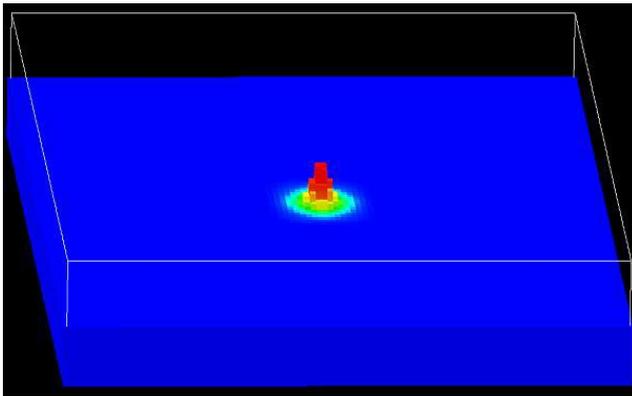
도면9



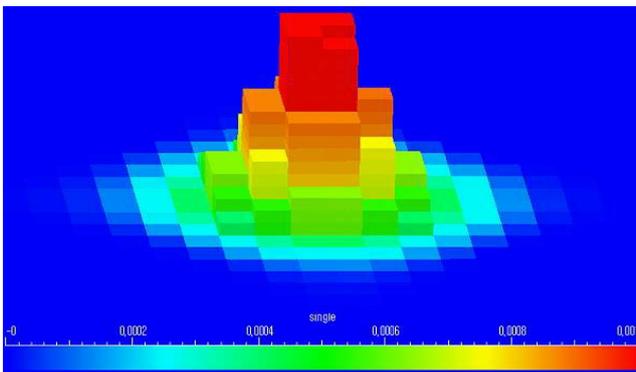
도면10



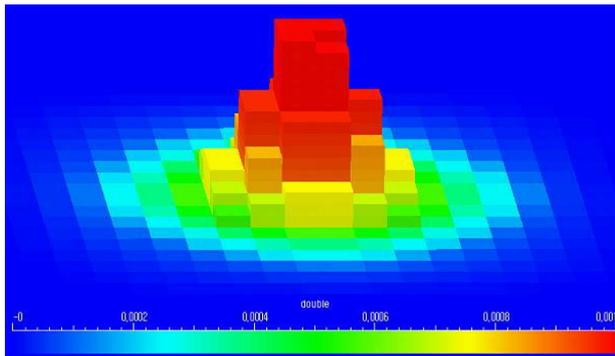
도면11



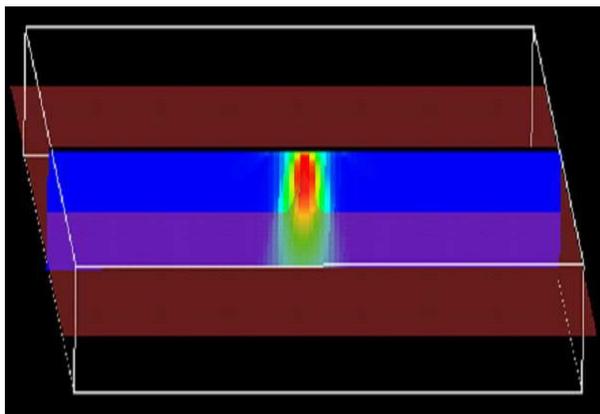
도면12



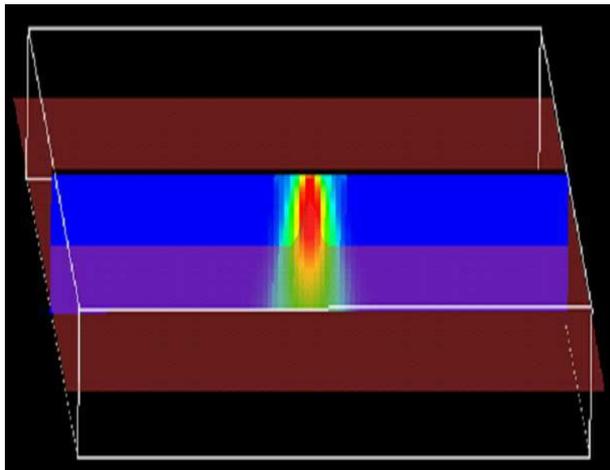
도면13



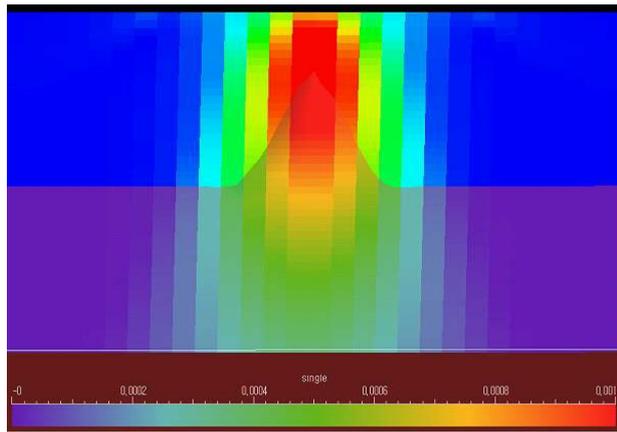
도면14



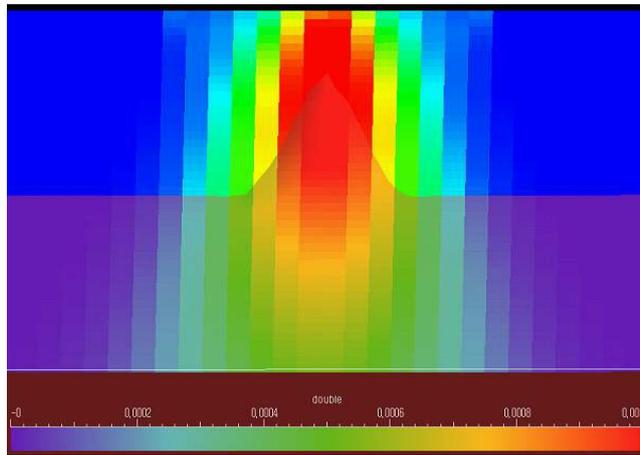
도면15



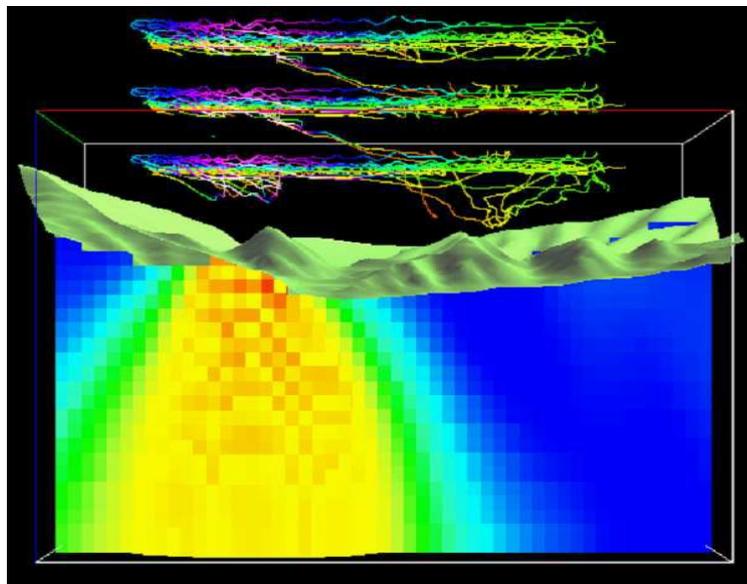
도면16



도면17



도면18



도면19

