(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2014 년 7 월 3 일 (03.07.2014)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2014/104595 A1

(51) 국제특허분류:
G06F 19/00 (2011.01) *G01V 9/00* (2006.01)
G06F 17/00 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2013/010935

(22) 국제출원일: 2013 년 11 월 28 일 (28.11.2013)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2012-0151900 2012 년 12 월 24 일 (24.12.2012) KR

(71) 출원인: **대우조선해양 주식회사 (DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE ENGINEERING CO. , LTD.)** [KR/KR]; 100-180 서울시 중구 남대문로 125, Seoul (KR).

(72) 발명자: **김상명 (KIM, Sang-Myung David)**; 431-717 경기도 안양시 동안구 관양동 인덕원마을 삼성아파트 104 동 2401 호, Gyeonggi-do (KR). **전광민 (JEON, Kwang-Min)**; 412-735 경기도 고양시 덕양구 화정 1 동 달빛마을 2 단지 아파트 215 동 1408 호, Gyeonggi-do (KR). **권석정 (KWON, Seok-Jeong)**; 130-081 서울시 동대문구 이문 1 동 292-249 아이비리그 오피스텔 1009 호, Seoul (KR).

(74) 대리인: **특허법인 대아 (DAE-A INTELLECTUAL PROPERTY CONSULTING)**; 135-936 서울시 강남구 역삼로 123 한양빌딩 3 층,4 층,5 층, Seoul (KR).

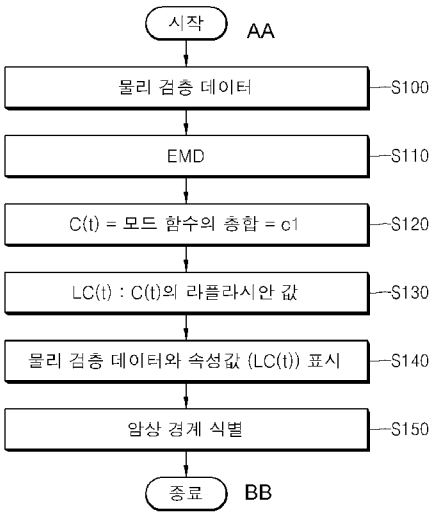
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) **Title**: METHOD OF ANALYZING GEOPHYSICAL LOGGING DATA

(54) **발명의 명칭** : 물리 검층 데이터의 해석 방법



AA ... Start
BB ... End
S100 ... Geophysical logging data
S120 ... C(t) = sum of mode functions = c1
S130 ... LC(t) = Laplacian value of C(t)
S140 ... Display a geophysical logging data and attribute value (LC(t))
S150 ... Identify a rock border

(57) **Abstract**: A method of analyzing geophysical logging data includes: (A) the step of obtaining initial geophysical logging data from a borehole for geophysical exploration; (B) the step of removing the linear trend of the geophysical logging data and normalizing the data; (C) the step of applying an empirical mode decomposition technique to decompose normalized geophysical logging data into many mode functions; (D) the step of finding the sum of the mode functions and then subtracting a shortest-wave component to obtain C(t), as a first filtering step; and (E) the step of obtaining the Laplacian of the C(t) obtained as an attribute value LC(t), as a second filtering step. Thus, since it is possible to directly analyze geophysical logging data without an assumption unlike the related art, it is possible to drastically reduce the time and cost for geophysical logging data analysis.

(57) **요약서**: 물리 검층 데이터의 해석 방법은, (A) 물리 탐사용 시추공으로부터 최초 물리 검층 데이터를 획득하는 단계; (B) 상기 물리 검층 데이터의 선형 추세를 제거하는 단계 및 정규화하는 단계; (C) 상기 정규화된 물리 검층 데이터를 여러 개의 모드 함수로 분해하는 경험적 모드 분해 기법을 적용하는 단계; (D) 1 차 필터링 단계로서, 상기 여러 개의 모드 함수의 총합을 구한 다음, 최단 파장 성분을 감하여 C(t)를 얻는 단계; 및 (E) 2 차 필터링 단계로서, 상기 얻어진 C(t)의 라플라시안을 속성값 LC(t)로 하여 얻는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이에 의해, 종래와는 달리 선행 가정 없이 물리 검층 데이터를 바로 분석할 수 있으므로, 물리 검층 데이터의 분석/해석에 소요되는 시간 및 비용을 획기적으로 개선할 수 있다.

WO 2014/104595 A1

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 물리 검층 데이터의 해석 방법

기술분야

[1] 본 발명은 물리 검층 데이터의 해석 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 시추공에서 수집한 물리 검층 데이터를 간단하고 신뢰성있게 해석하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[2] 지각 자체의 물리적 특성 정보를 파악하기 위해서 또는 지하에 매장된 지하 자원 정보를 얻기 위해서 사용하는 다양한 지구 물리학적인 탐사 기법들이 알려져 있다.

[3] 그 중에서도, 시추공(試錐孔)을 통한 물리 탐사는 보편적일 뿐만 아니라 가장 정밀한 것으로 알려져 있다.

[4] 이때, 지상 시추공의 경우에는 대부분 지하 수백 미터 내지 수천 미터 정도를 천공하고 있으며, 해저 시추공의 경우에는 해저 수천 미터를 통과한 다음, 다시 해저 암석층을 천공하고 있다.

[5] 이와 같은 시추공의 천공 깊이(심도(depth)라고도 함) 및 이와 동시에 얻어지는 방대한 양의 코어 시료를 통해서 얻어지는 데이터를 고려할 때, 시추공에서 수집한 지질 데이터를 신속하게 해석하여, 원하는 지층 정보를 얻을 필요가 있다.

[6] 상기 원하는 지층 정보에는 암상이나 각 지층의 물리적 성질의 변화가 포함될 수 있다.

[7] 상기 지질 데이터는, 다르게는, 물리 검층 데이터 또는 더 단순하게 검층 데이터라고도 한다.

[8] 시추공의 천공 과정에서 얻을 수 있는 다양한 데이터로부터 시추공 자체에 형성된 균열대, 퇴적상의 변화 또는 시추공 주변의 지층 상태를 기록하는 작업을 검층 작업(well logging)이라 한다.

[9] 검층 작업에 의하여 획득된 데이터를 심도에 따라 도표화한 데이터를 검층 기록(well log)이라 한다.

[10] 검층 작업 중 지구물리학적 검층 작업(geo-physical well logging)은 대개 시추공에 검층기(sonde, 존데라고도 함)를 삽입한 다음, 인공적으로 발생시킨 물리 현상에 대한 응답을 얻어서 각 심도별로 비교하여 기록하고 있다.

[11] 이때, 인공적으로 발생시킨 물리 현상에 대한 응답 결과만 기록하는 것이 아니라, 시추공 내의 각 지층(암상 경계)별로 고유한 자연적 물리 현상도 동시에 기록하는 것이 바람직하다.

[12] 여기에서, 상기 물리 현상의 종류로는, 온도, 밀도(density), 음파, 전기 전도도, 전기적 성질에 따른 비저항, 코어 시료의 공극률, 중성자, 자연 방사선 붕괴

데이터 등을 들 수 있다.

[13] 한편, 이상과 같은 물리 검층 데이터의 분석 및 해석 방법으로서, 현재까지 이용되는 방법은 크게 다음과 같이 분류할 수 있다.

[14] (1) 전통적으로 행해져 오던 방법으로, 물리 검층 데이터에 어떠한 신호 처리 기법도 적용하지 않고 해석하는 방법.

[15] (2) 물리 검층 데이터에 푸리에(Fourier) 또는 웨이블릿(wavelet) 변환 등을 수행하여, 물리 검층 데이터만을 육안으로 분석하였을 때 발견하기 어려운 다양한 주기성을 탐지하는 방법.

[16] (3) 획득된 상당수의 물리 검층 데이터가 프랙탈(fractal)성을 나타내고 있음에 주목하여 물리 검층 데이터를 그대로 이용하는 것이 아니라, 이 물리 검층 데이터의 허스트 지수(Hurst exponent) 또는 이와 동일한 양인 홀더 지수 프로파일(Holder exponent profile)을 분석하여 암상과 지층의 불균질성을 규명하는 방법.

[17] 여기에서, 상기 (1)의 방법은, 물리 검층 데이터가 포함 하고 있는 잡음(noise)에 의한 효과와 잡음과는 별도로 신호 자체의 미묘한 변화는 인지하기 어려운 점 등의 이유로 해석하는데 많은 시간이 소요되고 해석자의 주관이 많은 영향을 줄 수가 있다.

[18] 따라서, 이와 같은 분석/해석에 소요되는 시간을 단축하고, 분석/해석의 모호성을 제어하기 위해서, 다양한 변환 기법(예를 들면, 상술한 푸리에 변환 또는 웨이블릿 변환 등), 특히 물리 검층 데이터가 갖고 있는 프랙탈성에 기반한 다양한 기법들이 제안되고 있었다.

[19] 이 중에서, 푸리에 변환 및 웨이블릿 변환은 물리 검층 데이터가 정상성(stationarity)과 선형성(linearity)을 가지고 있다는 것이 명확할 때는 지층 정보를 얻는데 효과적이지만, 실제의 물리 검층 데이터는 매우 복잡하기 때문에 위의 두 가지 조건을 충족시키는 경우가 드물어서 응용에는 한계가 있었다.

[20] 따라서, 이상과 같이, 물리 검층 데이터가 비정상적(non-stationary)이고 비선형적(non-linear)인 특성을 가지고 있을 수 있다는 점을 감안하여, 지층 정보를 더욱 효과적으로 파악하기 위하여, 본 발명에서 선행 기술 문헌으로 인용하는 비특허 문헌 2(Gaci 등, 2010)에서는, 국소 정규 해석(local regularity analysis) 기법 또는 국소 허스트 지수 해석(local Hurst exponent analysis) 기법을 이용하여 물리 검층 데이터 중에서 음파 검층 데이터를 분석/해석하였다.

[21] 그러나, 상기 국소 정규 해석 기법의 경우, 분석/해석 대상이 되는 물리 검층 데이터가 프랙탈하거나 다중 프랙탈(multi-fractal)한 성질을 띌 것이라는 가정 하에 행해졌다.

[22] 더욱이, 많은 물리 검층 데이터가 프랙탈 또는 다중 프랙탈 조건을 만족하는 것으로 추정하고는 있지만, 모든 물리 검층 데이터가 일률적으로 프랙탈한 특성을 보이는 것은 아니라는 점에서 이와 같은 추정에도 한계가 있었다.

[23] 현재, 암석학적 특징들과 관련된 지질 모수(geologic parameter)를 구하기

위하여 물리 검층 데이터의 분석과 이의 모델링이 매우 광범위하게 이용되고 있으며, 이때, 상기 물리 검층 데이터는 시공간적으로 복잡한 퇴적 작용 및 속성 작용과 지구조 운동의 영향을 반영하고 있기 때문에, 대체로 비정상(non-stationary)적이고 비선형(nonlinear)적인 특징을 나타내고 있다.

[24] 따라서, 이와 같이 비정상적이고 비선형적인 특성을 나타내는 시계열(time series) 데이터를 신규한 방법으로 분석하여 지질학적 현실성이 더욱 잘 반영된 모델을 도출할 필요가 있었다.

[25] 본 발명의 바람직한 실시예와 관련하여, 그 선행 기술 문헌으로는 다음과 같은 비특허 문헌을 들 수 있다.

[26] (비특허 문헌 1) Local regularity analysis of strata heterogeneities from sonic logs, S. Gaci, N.Zaourar, M.Hamoudi, and M. Holschneider, Nonlin. Processes Geophys., 17, 455-466, **2010**

[27] (비특허 문헌 2) Muti-scale analysis of well-logging data in petrophysical and stratigraphic correlation, E. Coconi-Morales, G. Ronquillo-Jarillo, J.O. Campos-Enrquez, Geofsica Internacional 49 (2), 55-67 (**2010**)

[28] (비특허 문헌 3) Empirical mode decomposition as a filter bank, Patrick Flandrin, IEEE SIGNAL PROCESSING LETTERS, VOL 11., NO. 2, February **2004**

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[29] 종래의 물리 검층 데이터 분석/해석 기법에서 필수적으로 요구되었던 선행 가정(a priori assumption)을 배제하고 물리 검층 데이터에만 기반하여 각 지층의 고유 특성을 반영하여 해석할 수 있는 물리 검층 데이터의 해석 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[30] 즉, 본 발명은, 지각에서 심도가 증가함에 따라 상술한 공극률, 밀도 등의 물리적 성질의 변화, 균열대의 존재 및 퇴적상의 변화 등은 물리 검층 데이터에서 최대값, 최소값, 또는 변곡점 등 측정치의 급격한 변화가 일어나는 부근에서 나타날 것이라고 가정할 수 있지만, 이와 같은 특징들은 원 데이터, 즉 물리 검층 데이터만 검토하였을 때는 모호함 없이 인지하기 어려운 경우가 많으므로 이러한 특징들이 더 잘 해석될 수 있도록 원 데이터를 신호 처리할 수 있는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[31] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제(들)로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제(들)는 이하의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

[32] 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, (A) 물리 탐사용 시추공으로부터 최초 물리 검층 데이터를 획득하는 단계; (B) 상기 물리 검층 데이터의 선형 추세를 제거하는 단계 및 정규화하는 단계; (C) 상기

정규화된 물리 검층 데이터를 여러 개의 모드 함수로 분해하는 경험적 모드 분해 기법을 적용하는 단계; (D) 1 차 필터링 단계로서, 상기 여러 개의 모드 함수의 총합을 구한 다음, 최단 파장 성분을 감하여 C(t)를 얻는 단계; 및 (E) 2 차 필터링 단계로서, 상기 얻어진 C(t)의 라플라시안을 속성값 LC(t)로 하여 얻는 단계;를 포함하며, 상기 (E) 단계는, 상기 LC(t)의 최대값, 최소값, 또는 영 교차를 통해서, 지층 경계를 분석하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[33] 여기에서, 상기 물리 검층 데이터로는, 온도, 밀도(density), 음파, 전기 전도도, 전기적 성질에 따른 비저항, 코어 시료의 공극률, 중성자, 자연 방사선 붕괴 데이터 중의 하나 이상을 포함하는 것이 바람직하다.

[34] 또한, 상기 (D) 단계에서, 상기 C(t)는, 상기 여러 개의 모드 함수의 총합으로부터 최단 파장 성분과 상기 최단 파장 성분보다 긴 다음 최단 파장 성분을 감하여 얻어질 수 있다.

[35] 한편, 본 발명은, 바람직한 실시예에 따른 물리 검층 데이터의 해석 방법을 수행할 수 있는 프로그램이 저장된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체의 형태로도 제공될 수 있다.

[36] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 첨부 도면들에 포함되어 있다.

[37] 본 발명의 이점 및/또는 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다.

[38] 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[39] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

발명의 효과

[40] 본 발명의 물리 검층 데이터의 해석 방법에 따르면, 종래와는 달리 선행 가정 없이 물리 검층 데이터를 바로 분석할 수 있으므로, 물리 검층 데이터의 분석/해석에 소요되는 시간 및 비용이 획기적으로 개선된다.

도면의 간단한 설명

[41] 도 1은, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 물리 검층 데이터의 해석 방법을 나타내는 개략적인 순서도이다.

[42] 도 2는, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 물리 검층 데이터의 해석 방법에서 사용한, 물리 검층 데이터를 취득한 미국 중부 애팔래치아 분지의 개략적인 단면도이다.

[43] 도 3은, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 물리 검층 데이터의 해석 방법에서의 EMD를 적용한 일부 모드 함수를 나타낸 그래프이다.

[44] 도 4는, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 물리 검층 데이터의 해석 방법에 따라서 해석한 LC(t) 및 암상 경계를 나타낸 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

[45] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.

[46] 먼저, 본 발명에서는, 상술한 다양한 물리 현상을 기록한 데이터 중에서, 지층 정보를 신속하게 해석하기 위해서 가장 적합한 물리 검층 데이터로는 자연 방사선 붕괴 데이터, 그 중에서도 특히 자연 감마선 붕괴(gamma ray decay) 데이터를, 본 발명의 바람직한 물리 검층 데이터로 이용하였음을 밝힌다.

[47] 본 발명에서, 물리 검층 데이터로서 자연 감마선 붕괴 데이터를 사용한 이유는, 암석 또는 특정 지층에서는 일정한 양의 자연 감마선이 방출되며, 이 자연 감마선을 시계열적으로 측정한 데이터를 이용하는 경우, 암석의 종류 또는 특정 지층의 퇴적 환경이 심도(depth)에 따라 변화되어가는 양상을 파악하는데 매우 유용할 것이라고 판단하였기 때문이다.

[48] 이때, 상기 자연 감마선 붕괴 데이터를 풍부하게 얻을 수 있는 암석 또는 지층으로는, 퇴적암 중의 세일(shale)을 들 수 있다.

[49] 도 1은, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 물리 검층 데이터의 해석 방법을 나타내는 개략적인 순서도이다.

[50] 도 1을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 물리 검층 데이터의 해석 방법은, 물리 검층 데이터 준비 단계(S100), EMD 처리 단계(S110), C(t) 함수 획득 단계(S120), LC(t) 함수 획득 단계(S130), 및 물리 검층 데이터와 속성값(LC(t)) 표시 단계(S140)를 포함하고 있다

[51] 도 1에서, 암상 경계 식별 단계(S150)는 상기 물리 검층 데이터와 속성값(LC(t)) 표시 단계(S140)에서 얻어진 그래프로부터 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 물리 검층 데이터의 해석 방법이 어느 정도 유효한지를 원 데이터, 즉 물리 검층 데이터와 비교하여 결과를 얻는 단계이다.

[52]

[53] <u>물리 검층 데이터 준비</u>

[54] 물리 검층 데이터 준비 단계(S100)에서는, 미국 중부 애팔래치아 분지에서 취득되었으며, 미국의 USGS가 공개하고 있는 물리 검층 데이터를 준비하였다.

[55] 후술할 두 가지 필터링 단계에 선행하여 물리 검층 데이터에서 선형 추세를 제거하였고(detrend), 또한 서로 다른 범위에서 변하는 값들과 함께 도시하기 위하여 정규화(normalization)하여 물리 검층 데이터가 0과 1사이 값을 갖도록 하였다.

[56] 이후 모든 데이터로부터 후술할 과정들을 거쳐 형성되는 값도 정규화 과정을 거쳐 동일한 범위(0과 1 사이 값)에서 편리하게 비교될 수 있도록 하였다.

[57] 도 2에 상기 물리 검층 데이터를 취득한 장소의 단면을 대략적으로 나타내었다.

그 내용은 후술하기로 한다.

[58]

[59] **EMD 처리 단계**

[60] EMD 처리하는 단계(S110)는, 상기 물리 검층 데이터에 대해서 EMD 처리를 실행하는 단계이다.

[61] 상기 EMD는 Empirical mode decomposition의 약자이며, 경험적 모드 분해 기법으로 이해하는 것이 바람직하다.

[62] 본 발명에서는 EMD에 의하여 형성된 필터 뱅크(filter bank)의 필터(filter)들을 조합하여 기존 물리 검층 데이터로부터 새롭게 필터링된 데이터를 생성하여 지층 경계(또는, 암상 경계)를 구분하는 방법으로 사용하였다

[63] 여기서, 상기 EMD 기법은 미국 항공 우주국(NASA)의 후앙(Huang)이 제안한 방법임을 알아야 한다.

[64] 상기 EMD 기법은, 기본적으로, 주어진 데이터를 여러 개의 내재 모드 함수(IMF, intrinsic mode function)(이하, 본 발명에서는 "모드 함수"라고 지칭한다)로 분해하는 방법이다.

[65] EMD를 이용하여 주어진 데이터 x(t)를 여러 개의 모드 함수들의 합으로 분해하는 방법은 다음과 같다.

[66] (1) x(t)의 모든 극값(extrema, 최대값/최소값 모두를 포함)을 인지(identify)함

[67] (2) 삼차 스플라인 보간법(cubic spline method)을 이용하여 최대값에 의하여 형성된 포락선(envelope)과 최소값에 의하여 형성된 포락선을 구한다.

[68] (3) 상기한 두 포락선들로부터 국소 평균값 m1을 구한다.

[69] (4) x(t) - m1 = h1으로 h1을 정의한다.

[70] (5) 이와 같은 과정은 반복되며, Huang은 이와 같은 과정을 체거름(sifting)으로 명명했으며, 각 반복 단계에서 형성된 h들의 표준 편차가 0.2 ~ 0.3 정도의 값이 되면, 과정을 중단하고, 최종적으로 형성된 값을 첫 번째 모드 함수 c1으로 배정한다.

[71] (6) x(t) - c1 = r1을 구하여 r1에 대해서 상기 (1) ~ (5)의 과정을 반복하여 지속적으로 c2, c3 등을 구한다.

[72] (7) 모드 함수들을 구하는 과정은 c가 단조 함수(monotonic function), 즉 주어진 구간에서 최대값/최소값이 함께 존재하지 않고 항상 증가하거나 감소하는 함수가 되면 중단한다.

[73] 이 단계까지 형성된 c들이 모드 함수들의 집합을 형성하며, $x(t) = \Sigma c(i) + r$, 즉, 원래 데이터는 모든 모드 함수의 합과 나머지 r로 표시할 수 있다.

[74] EMD의 장점은 푸리에 해석이나 웨이블릿 방법과 같이 주어진 데이터에 관계없이 선행적으로 정의된 함수들로 데이터를 분해하는 것이 아니라 전적으로 데이터로부터 형성된 몇 개의 모드 함수들로 데이터를 분해하고 분석하는데 있다.

[75] 따라서 EMD는 적응형 데이터 처리 방식(adaptive data processing method)이라고

할 수 있다.

[76] 이상적인 상황에서 개별 모드 함수들은 데이터에 내제하는 여러 주기 또는 파장의 성분들을 대표하는 값들로서 대기 과학 분야 및 관련 분야에서는 이와 같은 점을 이용하여 하루, 한달 몇 개월, 몇 년 등의 상이한 기간에 일어나는 현상들을 해석하는데 EMD로 구하여진 모드 함수들을 사용하여 왔다.

[77] 그러나 데이터에는 항상 원하지 않는 여러 가지 잡음(noise)이 존재하고 있으며, 최단파장 모드 함수에도 장파장 성분이 그리고 장파장 모드 함수에도 단파장 성분이 존재하는 모드 혼합(mode mixing)이 문제가 되어 왔고 이를 극복하기 위한 방법들도 개발되었다.

[78] 본 발명에서는 개별 모드 함수들을 지질학적으로 해석하지 않고 단지 개별 모드 함수들의 조합으로부터 특정 파장 성분(들)을 배제하는 방식을 적용하는 것에 의해서 원래 데이터에 존재하였던 잡음들을 충분히 억제할 수 있어서 EMD 과정에 모드 혼합 문제를 해결하기 위한 별도의 과정은 필요하지 않았다.

[79] 본 발명에서, 물리 검층 데이터 x(t)는 상술한 바와 같이 EMD 기법에 의하여 몇 개의 모드 함수로 분해될 수 있으며, 각각의 모드 함수는 원래 데이터의 최단 파장 성분 c1으로부터 마지막 최장 파장 성분 cn(여기서, n은 1보다 큰 양의 정수)의 모드 함수의 합으로 분해될 수 있다.

[80] 본 발명의 발명자는, 예의 면밀한 검토 결과, 대부분의 자연 감마선 붕괴 데이터는 12 개 정도의 모드 함수로 분해될 수 있음을 알아냈다.

[81] 상기 모드 함수는 분해되었을 때 집합으로 표현할 수 있으며, 따라서, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 모드 함수의 집합은, A = {c1, c2, ..., c12}와 같이 나타낼 수 있다.

[82] 비특허문헌 3에서 언급한 바와 같이, A의 구성원들인 모드 함수들은 여러 파장 성분들의 필터로 간주될 수 있고, 본 발명에서는 이들을 적절하게 사용하여 물리 검층 데이터를 필터링하는 최적의 방법을 제시하였다.

[83] 즉, 본 발명의 발명자는, 여러 가지 분석 과정을 통해서, 물리 검층 데이터로부터 선형 추세(linear trend)를 제거하는 과정에서 장파장 잡음의 영향이 감소하고 있음을 알아내었으며, 실제의 지층 경계를 구분하는데 방해가 되는 성분은 최단 파장 성분임을 파악하고, 후술하는 바와 같이, 상기 최단 파장 성분을 제거하여 필터링된 신호 C(t)를 형성하고, 다시 이 값의 라플라시안을 취하여 원래 데이터보다 선명한 변화 양상을 보여주는 속성값 LC(t)를 도출하였다.

[84]

[85] **C(t) 함수 획득 단계**

[86] C(t) 함수 획득 단계(S120)는, 먼저, 상기 EMD 기법에 의해서 물리 검층 데이터 x(t)를 c1에서 c12까지의 모드 함수로 분해한 다음, c1 + c2, ..., + c12, 즉, 각 모드 함수의 총합을 구하고, 이 총합으로부터 최단파장 성분 c1, 또는 최단파장 성분과 상기 최단파장 성분보다 긴 다음 최단 파장 성분 c1 + c2를 감한 값을 획득하는

단계이다.

[87] 여러 차례 수치 실험(numerical experiment)을 수행한 결과, 모드 함수의 총합으로부터 c1만을 제외하는 경우 더 좋은 결과를 얻었으며, 본 발명에서 언급하는 C(t)는 최단파장 성분 c1만을 배제한 값이다.

[88] 그러나, 모드 함수의 총합으로부터 c1과 c2를 모두 차감하는 경우도 비교적 양호한 결과를 얻었기에, 모드 함수의 총합으로부터 c1과 c2를 모두 차감할 수도 있음을 알아야 한다.

[89] 따라서, C(t)는 다음과 같이, $C(t) = \Sigma c(i) - c1 = x(t) - c1 - r$, 즉 모든 모드 함수의 총합에서 c1을 빼준 값 또는 원래 데이터 x(t)에서($x(t) = \Sigma c(i) + r$이므로) c1과 EMD 과정을 거친 후의 나머지 r을 빼준 값으로 정의할 수 있다.

[90] C(t)는 최단파장 모드 함수 c1이 제거되어 원래 데이터보다 매우 원만하게 변화하는 부드러운 곡선을 형성하여 수학적 연산자들을 적용하는데 더 유리한 면이 있고, 또한 선행 과정에서 제거된 선형 추세(linear trend)와 EMD 후에도 남아있던 r도 부재하므로 최적의 필터링 결과물이라고 할 수 있다.

[91]

[92] **LC(t) 함수 획득 단계**

[93] LC(t) 함수 획득 단계(S130)는, 상기 C(t) 함수 획득 단계(S120)로부터 얻은 C(t) 함수에 대해서, 2 차 유한 차분 미분 연산자 또는 라플라시안(Laplacian)을 적용하는 단계이다.

[94] 그 결과 얻어지는 새로운 값은 LC(t)로 정의될 수 있으며, 이 값은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 속성값이라고 할 수 있다.

[95] 여기서, 라플라시안은, 2 차 유한 차분 미분 연산자이며, 라플라시안을 이용하면, 파장이 긴 성분에 해당하는 데이터는 소거되어 강조되지 않는 반면에, 파장이 짧은 성분에 해당하는 데이터는 상대적으로 선명하게 강조되는 효과를 얻을 수 있으며, 이와 같은 특성이 있기 때문에, 이미지 처리(image processing) 분야에서 활용되고 있다.

[96]

[97] **물리 검층 데이터와 속성값(LC(t)) 표시 단계**

[98] 물리 검층 데이터와 속성값(LC(t)) 표시 단계(S140)는, 도 4에 나타낸 바와 같이, 가로축에 심도(단위: ft)를 표시하고 세로축에 정규화 된 물리 검층 데이터 및 LC(t) 값을 표시하는 단계이다.

[99]

[100] **암상 경계 식별 단계**

[101] 암상 경계 식별 단계(S150)는, 물리 검층 데이터와 속성값(LC(t)) 표시 단계(S140)에서 표시된 그래프로부터, 최초 물리 검층 데이터에 기초하는 것이 아니라, 새로운 속성 또는 속성값(attribute)으로 정의된 LC(t)에 기초하여 지층 경계를 더욱 용이하게 식별할 수 있음을 알 수 있다.

[102] 구체적으로, 도 4에 나타낸 바와 같이, Sunbury shale 및 Berea sand로 명명된

지층의 최상부(formation top, 또는 암상 경계 지층), 즉 지층 경계가 LC(t)의 국소적 최대값/최소값(local extrema)이 나타나는 심도에 있음을 알 수 있다.

[103] 또한, Bedford shale에서는 영 교차(zero crossing)가 나타나는 심도에 의해서 지층 경계가 식별될 수 있음을 알 수 있다.

[104]

[105] 다음으로, 도 2는, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 물리 검층 데이터의 해석 방법에서 사용한, 물리 검층 데이터를 취득한 미국 중부 애팔래치아 분지의 개략적인 단면도이다.

[106] 더욱 구체적으로는, 상기 물리 검층 데이터는, 미국 오하이오(Ohio)주의 #1 윈드비글러(Windbigler) 시추공에서 얻은 것으로, 그 심도(depth) 4900 피트(ft, 여기서 ft는 미터법으로 환산하였을 때, 30.48 cm)까지의 자연 감마선 붕괴 데이터를 시계열적으로 측정한 데이터이다.

[107] 본 발명의 바람직한 실시예에서 사용한 물리 검층 데이터는, 상술한 바와 같이, 자연 감마선 붕괴 데이터이며, 상기 자연 감마선 붕괴 데이터는, 도 2에서 수직으로 나타낸 심도(depth)선 옆에 나타낸 곡선으로 표시되어 있다.

[108] 참고로, 도 2는 #1 윈드비글러(Windbigler) 시추공의 단면 전부를 나타낸 것이 아니라, 심도 650 피트 정도까지의 상층 일부만 나타내었다는 점에 유의하여야 한다.

[109]

[110] 도 3은, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 물리 검층 데이터의 해석 방법에서의 EMD를 적용한 일부 모드 함수를 나타낸 그래프이다.

[111] 도 3에서 물리 검층 데이터는 위쪽에서 시작되는 그래프이며, 상기 물리 검층 데이터의 모드 함수는 아래쪽에서 시작되는 그래프이다.

[112]

[113] 도 4는, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 물리 검층 데이터의 해석 방법에 따라서 해석한 LC(t) 및 암상 경계를 나타낸 도면이다.

[114] 도 4로부터, Sunbury shale, Berea sand, 및 Bedford shale의 지층 경계가 명확하게 표시되었음을 알 수 있다.

[115] 구체적으로, 심도 402 피트에 존재하는 Sunbury shale층(수직선으로 표시), 405 피트에 존재하는 Berea sand층(수직선으로 표시), 및 424 피트에 존재하는 Bedford shale층(수직선으로 표시)의 각 지층 경계들은 각각 동일한 심도(가로축)에서 LC(t)의 최대값, 최소값, 및 영 교차와 정확하게 일치하고 있다.

[116] 이때, 상기 최대값, 최소값, 및 영 교차는, 각각, 지층 경계 표시자로 명명해 두기로 한다.

[117]

[118] 다음으로, 표 1은, 도 2에 나타낸 #1 Windbigler 시추공의 심도 4900 피트와, 상기 심도 4900 피트 이내에 존재하는 총 35 개의 지층의 최상부가 나타나는 심도(암상 경계 지층으로 표시함), 및 상술한 속성, 본 발명에서는 LC(t)상에

나타나는 지층 경계 지시자들을 표로 정리한 결과이다.

[119]

[120] [표 1]

[121]

심도 (ft)	암상 경계 지층F	D(t)	오차 (ft)	LH(t)	오차 (ft)
12.5	Cuyahoga(Black hand member)	min	0	ND	
75	Cuyahoga	min	0	max	0
402	Sunbury shale	max	−0.5	ND	
405	Berea Sand	min	0	min	0
424	Bedford shale	max	+0.5	max	−0.5
570	Ohio shale(Cleblend member)	max	0	max	0
645	Three Lick bed	min	0	min	0
712	Ohio(Huron member)	min	+0.5	ND	
1006	Olentangy Shale (Upper)	max	+0.5	max	+1
1035	Olentangy shale(lower)	ND		min	0
1060	Delaware limestone	max	−0.5	min	0
1080	Columbus limestone	max	0	max	0
1185	Bois Blanc Formation(inferred)	max	+0.5	max	0
1220	Salina Group	max	−1	max	0
1473	Lockport dolomite	max	0	ND	
1952	Rochester shale & Lower Silurian carbonates	ND		ND	
2000	Clinton sndstone & Cabot Head shale	min	0	max	0
2100	Brassfield limestone	ND		min	0
2135	Queenston shale	ND		min	0
2230	Cincinati group	max	+0.5	max	0
2358	Cincinati group	max	0	ND	
3100	Utica shale	max	−1	max	0
3280	Trenton limestone	max	0	min	0
3350	Black river group	max	0	max	0
3875	Wells Creek formation	max	0	max	0
3884	Knox dolomite (upper)	max	0	max	−0.5
3990	B zone	ND		max	0
4100	Knox dolomite(lower)	max	0	min	0
4270	Kerbel formation	min	0	max	0
4320	Nolichucky shale	min	+0.5	max	0
4405	Martville limestone(upper)	min	+1	max	0
4560	Unnamed sandstone in Maryvillelimestone	min	0	max	0
4590	Maryville limestone(lower)	max	0	max	0
4750	Mount Simon sandstone	max	0	min	0
4870	Metamorphic & Igneous rocks	ND		max	0

[122] 표 1에서, 각각의 지층 경계를 지시하는 속성값 LC(t)는, 국소적인 최대값('max'로 표시)/최소값('min'으로 표시)값 및 영 교차(zero crossing)('zero'로 표시)로, 각각, 표시되어 있다.

[123] 또한, 표 1에서, 오차(단위: 피트)는 상기 속성값 LC(t)의 지층 경계 지시자들(최대값/최소값, 영 교차)이 나타나는 심도와 실제 지층 경계들의 심도가 일치하는 경우에는 0으로 표시될 수 있다.

[124] 실제 데이터는 0.5 피트 간격으로 취득되었으며, 이를 '거리'로 정의하여 오차를 표시할 수 있다.

[125] 예를 들면, 해당 지층 경계의 심도보다 LC(t)의 지층 경계 지시자가 상방('+'로 표기함)으로 0.5 피트와 1 피트 위에서 나타나는 경우 +1 거리 또는 +2 거리, 또는 하방('-'로 표기함)으로 0.5 피트와 1 피트 아래에서 나타나는 경우 -1 거리 또는 -2 거리로 표시될 수 있다.

[126] 여기에서, 1) 겉보기에 실제 지층 경계가 최대값(max)/최소값(min)과 근접해 보여도 그 거리가 2 거리(1 피트)를 초과하는 경우는 해당 지층 경계와 일치하지 않는다고 판단하였으며, 또한 2) 지층 경계에서 LC(t)에 뚜렷한 특징이 나타나지 않는 경우가 있을 수 있고, 이 두 가지 경우 모두 계산된 속성으로부터 지층 경계가 확정될 수 없다고 판단되어 ND("not defined", 미정의)로 표시하였다.

[127] 표 1에서, 상기 거리는 상대적인 거리임을 알아야 한다.

[128] 상기 표 1로부터, 지층 경계의 지시자는, 속성값 LC(t)에 의해서 'max', 'min', 또는 'zero'로 표시되어 있으며, 이들 값과 오차값(각각, +1, +0.5, 0, -0.5, 및 -1.0)에 기초하여, 총 35 개의 암상 경계 지층 중에서, ND로 표시된 두 지층 경계를 제외한 전부 33 개의 지층 경계가 확인됨을 알 수 있다.

[129] 이와 같은 수준의 성공률은 수치로는 대략 94 % 정도의 정확도를 의미할 수 있다.

[130] 마지막으로, 본 발명은, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 물리 검층 데이터의 해석 방법을 수행할 수 있는 프로그램이 저장된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체의 형태로 구현될 수도 있다.

[131] 지금까지 본 발명에 따른 구체적인 실시예에 관하여 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다.

[132] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구의 범위뿐 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

[133] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 이는 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[134] 따라서, 본 발명 사상은 아래에 기재된 특허청구범위에 의해서만 파악되어야 하고, 이의 균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

[135] [부호의 설명]

[136] S100 : 물리 검층 데이터 준비 단계

[137] S110 : EMD 처리 단계

[138] S120 : C(t) 함수 획득 단계

[139] S130 : LC(t) 함수 획득 단계

[140] S140 : 물리 검층 데이터와 속성값(LC(t)) 표시 단계

[141] S150 : 암상 경계 식별 단계

산업상 이용가능성

[142] 본 발명의 물리 검층 데이터의 해석 방법은 종래와는 달리 선행 가정 없이 물리 검층 데이터를 바로 분석할 수 있으므로, 물리 검층 데이터의 분석/해석에 소요되는 시간 및 비용을 획기적으로 개선할 수 있는 것이다.

청구범위

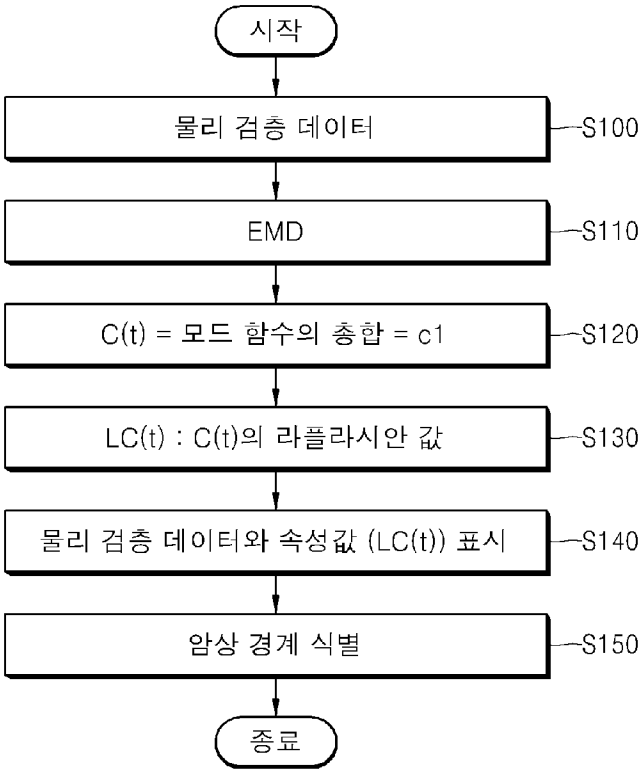
[청구항 1] (A) 물리 탐사용 시추공으로부터 최초 물리 검층 데이터를 획득하는 단계;
(B) 상기 물리 검층 데이터의 선형 추세를 제거하는 단계 및 정규화하는 단계;
(C) 상기 정규화된 물리 검층 데이터를 여러 개의 모드 함수로 분해하는 경험적 모드 분해 기법을 적용하는 단계;
(D) 1 차 필터링 단계로서, 상기 여러 개의 모드 함수의 총합을 구한 다음, 최단 파장 성분을 감하여 C(t)를 얻는 단계; 및
(E) 2 차 필터링 단계로서, 상기 얻어진 C(t)의 라플라시안을 속성값 LC(t)로 하여 얻는 단계;를 포함하며,
상기 (E) 단계는, 상기 LC(t)의 최대값, 최소값, 또는 영 교차를 통해서, 지층 경계를 분석하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,
물리 검층 데이터의 해석 방법.

[청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 물리 검층 데이터로는, 온도, 밀도(density), 음파, 전기 전도도, 전기적 성질에 따른 비저항, 코어 시료의 공극률, 중성자, 자연 방사선 붕괴 데이터 중의 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는,
물리 검층 데이터의 해석 방법.

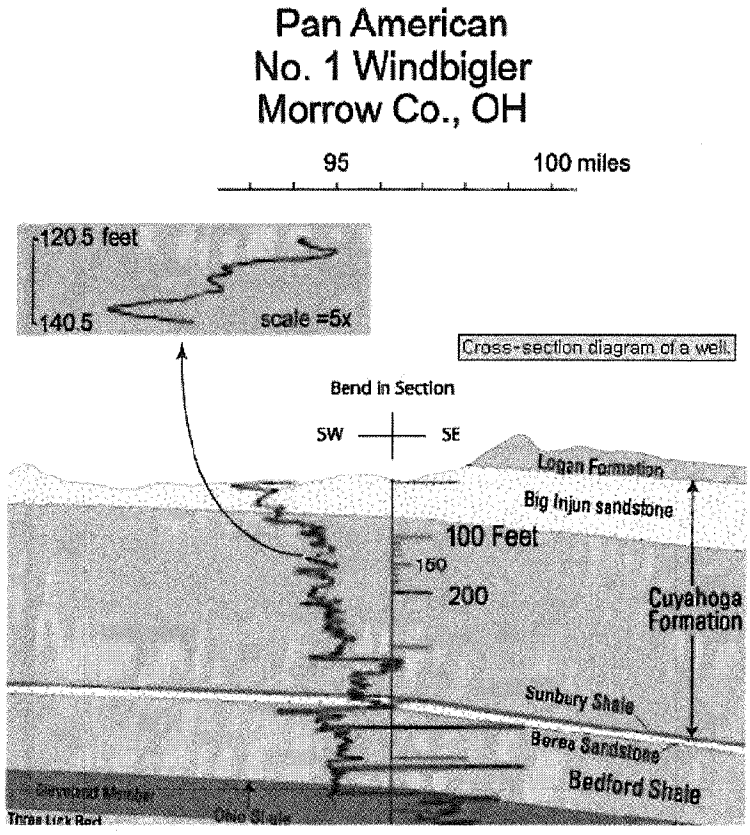
[청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 (D) 단계에서,
상기 C(t)는, 상기 여러 개의 모드 함수의 총합으로부터 최단 파장 성분과 상기 최단 파장 성분보다 긴 다음 최단 파장 성분을 감하여 얻어지는 것을 특징으로 하는,
물리 검층 데이터의 해석 방법.

[청구항 4] 제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 따른 물리 검층 데이터의 해석 방법을 수행할 수 있는 프로그램이 저장된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

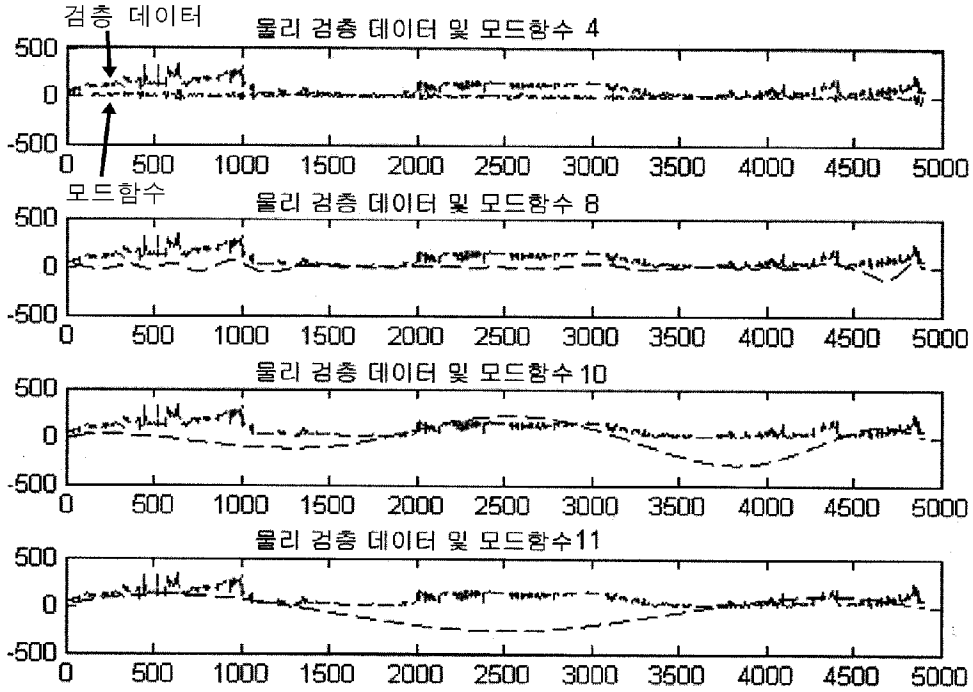
[Fig. 1]


시작
물리 검층 데이터
S100
EMD
S110
C(t) = 모드 함수의 총합 = c1
S120
LC(t) : C(t)의 라플라시안 값
S130
물리 검층 데이터와 속성값 (LC(t)) 표시
S140
암상 경계 식별
S150
종료

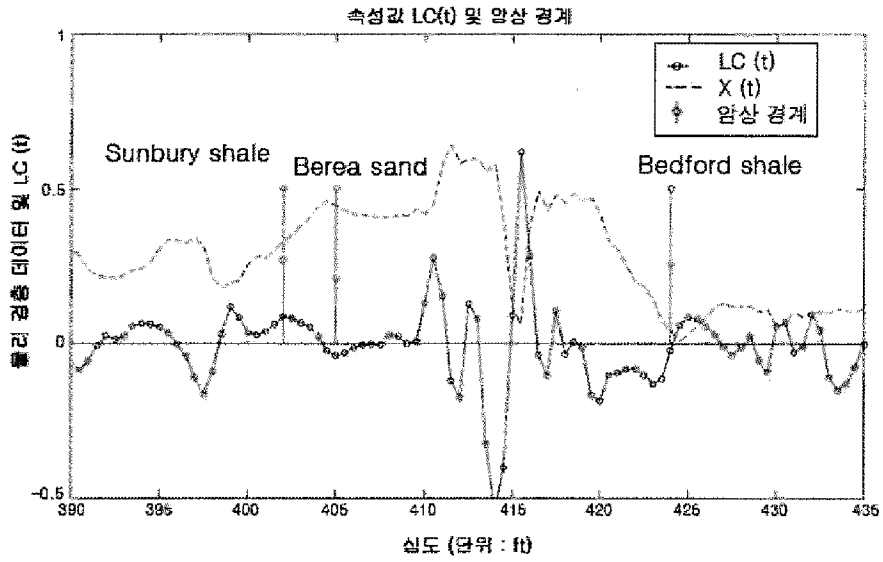
[Fig. 2]


Pan American
No. 1 Windbigler
Morrow Co., OH
95
100 miles
120.5 feet
140.5
scale =5x
Cross-section diagram of a well.
Bend in Section
SW
SE
Logan Formation
Big Injun sandstone
100 Feet
150
200
Cuyahoga Formation
Sunbury Shale
Berea Sandstone
Bedford Shale

[Fig. 3]


검증 데이터
모드함수
물리 검층 데이터 및 모드함수 4
물리 검층 데이터 및 모드함수 8
물리 검층 데이터 및 모드함수 10
물리 검층 데이터 및 모드함수11
500
0
-500
0 500 1000 1500 2000 2500 3000 3500 4000 4500 5000

[Fig. 4]


속성값 LC(t) 및 암상 경계
LC (t)
X (t)
암상 경계
Sunbury shale
Berea sand
Bedford shale
물리 검층 데이터 및 LC (t)
1
0.5
0
-0.5
390 395 400 405 410 415 420 425 430 435
심도 (단위 : ft)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2013/010935

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 19/00(2011.01)i, G06F 17/00(2006.01)i, G01V 9/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F 19/00; E21B 47/00; G01V 3/00; E02D 33/00; G01V 5/10; E21B 47/12; G06T 17/05; E02D 1/02; G01N 29/18; G06F 17/00; G01V 9/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: exploratory hole, regularization, bed rock

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-227868A (ANADRILL INTERNATIONAL SA.) 25 August 1998 See abstract, claims 1-20, figure 9	1-4
A	KR 10-2009-0116598 A (SEOUL NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY FOUNDATION) 11 November 2009 See abstract, claims 1-20, figure 8	1-4
A	KR 10-2009-0054059 A (KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE et al.) 29 May 2009 See abstract, claims 1-12, figure 1	1-4
A	JP 10-318996A (TOSHIBA CORP.) 04 December 1998 See abstract, claims 1-3, figure 2	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20 DECEMBER 2013 (20.12.2013)	**20 DECEMBER 2013 (20.12.2013)**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2013/010935

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 10-227868A	25/08/1998	NONE	
KR 10-2009-0116598 A	11/11/2009	US 2010-0042391 A1 US 8386218 B2 WO 2009-136708 A1	18/02/2010 26/02/2013 12/11/2009
KR 10-2009-0054059 A	29/05/2009	KR 10-0921569 B1	12/10/2009
JP 10-318996A	04/12/1998	JP 3396596 B2	14/04/2003

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2013/010935

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G06F 19/00(2011.01)i, G06F 17/00(2006.01)i, G01V 9/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
G06F 19/00; E21B 47/00; G01V 3/00; E02D 33/00; G01V 5/10; E21B 47/12; G06T 17/05; E02D 1/02; G01N 29/18; G06F 17/00; G01V 9/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 시추공, 정규화, 암반

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	JP 10-227868A (ANADRILL INTERNATIONAL SA.) 1998.08.25 요약, 청구항 1-20, 도면 9 참조	1-4
A	KR 10-2009-0116598 A (재단법인서울대학교산학협력재단) 2009.11.11 요약, 청구항 1-20, 도면 8 참조	1-4
A	KR 10-2009-0054059 A (한국원자력연구원 외) 2009.05.29 요약, 청구항 1-12, 도면 1 참조	1-4
A	JP 10-318996A (TOBISHIMA CORP.) 1998.12.04 요약, 청구항 1-3, 도면 2 참조	1-4

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2013년 12월 20일 (20.12.2013)	2013년 12월 20일 (20.12.2013)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관
박진아
전화번호 +82-42-481-8536

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2013/010935

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 10-227868A	1998/08/25	없음	
KR 10-2009-0116598 A	2009/11/11	US 2010-0042391 A1 US 8386218 B2 WO 2009-136708 A1	2010/02/18 2013/02/26 2009/11/12
KR 10-2009-0054059 A	2009/05/29	KR 10-0921569 B1	2009/10/12
JP 10-318996A	1998/12/04	JP 3396596 B2	2003/04/14