

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013년 1월 31일 (31.01.2013)



(10) 국제공개번호
WO 2013/015485 A1

- (51) 국제특허분류:
C10B 57/10 (2006.01) *F26B 3/06* (2006.01)
F26B 15/12 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/007121
- (22) 국제출원일: 2011년 9월 28일 (28.09.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0074707 2011년 7월 27일 (27.07.2011) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **한국 전력공사 (KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION)** [KR/KR]; 135-090 서울특별시 강남구 삼성동 167번지, Seoul (KR).
- (72) 발명자: **김재관 (KIM, Jae Kwan)** [KR/KR]; 305-773 대전광역시 유성구 지족동 반석마을아파트 (301-311) 306동 1102호, Daejeon (KR). **이현동 (LEE, Hyun Dong)** [KR/KR]; 302-835 대전광역시 서구 변동 1~30 22-111, Daejeon (KR).
- (74) 대리인: **특허법인다나 (DANA PATENT LAW FIRM)**; 135-080 서울특별시 강남구 역삼동 648-1 BYC 빌딩 5층, 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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

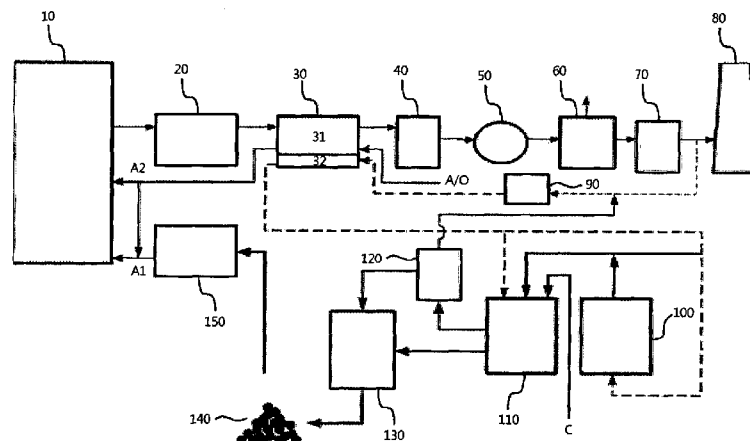
공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR IMPROVING THE QUALITY OF HIGH-MOISTURE, LOW-GRADE COAL

(54) 발명의 명칭: 고수분 저등급 석탄의 고품위화 장치 및 방법

[Fig. 5]



(57) Abstract: The present invention relates to an apparatus and method for: improving the quality of low-grade coal having a moisture content of 30% or greater, a calorific value of 4,500 kcal/kg or less, and an ignition temperature of 180°C or less so that same becomes a high-grade electricity generating coal having a moisture content of 5% or less, a calorific value of 6,500 kcal/kg or greater, and an ignition temperature of 230°C or greater; and significantly increasing the ignition temperature thereof.

(57) 요약서: 본 발명은 수분함량 30% 이상, 발열량 4,500 kcal/kg 이하, 발화온도 180°C 이하의 저등급 석탄을 수분 5% 이하, 6,500 kcal/kg 이상, 발화온도 230°C 이상의 발전용 석탄으로 고품위화하고 발화온도를 대폭 상승시키는 장치와 방법에 관한 것이다.

명세서

발명의 명칭: 고수분 저등급 석탄의 고품위화 장치 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 수분 함량이 30 내지 60%인 저등급 석탄을 석탄화력 발전소의 연료로서 사용하기 위한 고품위화 장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 예열 배가스를 열원으로 소수성(Hydrophobic) 유증기의 흡착을 통해 기존 400°C보다 250°C 이상 낮은 150°C 이하의 온도로 저등급 석탄을 건조하고, 유증기의 흡착 침투 및 표면 코팅 특성을 이용해 자연발화를 방지함으로써 미분탄 발전소의 혼합연료로서 조건을 맞출 수 있는 고수분 저등급 석탄의 고품위화 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 고수분 고회분 갈탄(저등급, LRC: Low Rank Coal)으로부터 탈수, 건조 및 안정화를 통해 역청탄급 석탄(고등급, HRC: High Rank Coal)으로 연료화하는 기술(LRC → HRC)을 고품위화 기술이라고 정의한다.
- [3] 고품위화에 따라, 수분 30% 이상의 갈탄은 수분 10% 이하의 고품위화 석탄이 되고, 고위 발열량(HHV: Higher Heating Value)은 4,500 kcal/kg 이하에서 6,500 kcal/kg 이상으로 되며, 발화온도는 180°C 이하에서 210°C 이상으로 된다.
- [4] 갈탄은 수분이 많고 자연발화 가능성이 매우 높다. 도 1은 석탄의 구조 모델을 나타낸 것으로, 좌측은 역청탄, 우측은 아역청탄의 구조 모델을 나타낸 것이다. 도 1에서 보는 바와 같이, 저등급 석탄에는 기공이 많고 가지 탄화수소(peripheral hydrocarbon: 휘발분)가 많기 때문에, 수분의 흡-탈착에 의한 흡착열의 축적으로 온도가 상승되고, 휘발분 중의 상당량을 차지하고 있는 산소 기능성 그룹으로 인해 자연발화 가능성이 높아져 사용이 제한되어 왔다.
- [5] 저급 석탄 내의 수분은 자유수(free water), 내부수(interstitial water; 간극수), 표면수(surface water), 결합수(bound water) 등으로 구분된다. 저급 석탄 수분 중 상당 부분을 차지하고 있는 것은 저급 석탄 표면에 부착되어 있는 자유수이고, 저급 석탄의 분자와 분자 사이에 존재하는 수분이 내부수이며, 결합수는 저급 석탄 분자에 화학적으로 결합되어 있다. 자유수와 표면수는 100±5°C에서 건조되지만, 내부수와 결합수는 약 400°C에서 파괴 및 건조가 일어나므로, 기존의 건조방법으로는 저급 석탄 내부까지 이 높은 온도를 유지하기가 곤란하다.
- [6] 또한, 저등급 석탄 건조를 통한 고품위화시 석탄의 기공에는 주로 산소 산화 반응기들, 예를 들어 수산기(Hydroxyl groups, -OH), 카르복실기(Carboxyl group, -CH-OH-), 카르보닐기(Carbonyl group, -C=O)가 생성된다. 이들은 결국 공기 중에 노출 시 수분 및 산소 성분과 반응하여 산화되면서 기공 내부의 온도를 상승시켜 자연 발화의 원인이 된다. 따라서, 대부분의 고품위화 기술에 있어서, 건조

공정을 통해 수분 함량 10% 이하로 건조된 석탄에 대해 자연발화 문제의 해결이 필수적이다.

- [7] 도 2는 건조기술의 대표적인 기술인 호주의 BCB 기술 개념도를 나타낸 것인데, 기존의 저등급 석탄의 건조 및 안전화 기술은 도 2와 같이, 400°C 이상의 온도에서 1시간 동안 가열하여 건조하는 유동층 건조방식으로, 열효율이 낮고 건조탄의 성형압력이 높은 단점이 있으며, 또한 저탄장에서의 장기 보관이 어려운 단점이 있다. 무엇보다도 수분 제거율이 15 내지 20% 범위로서 매우 낮기 때문에, 수분 함량 30%의 석탄을 수분 함량 25%로 낮추는 곳에 사용되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명의 목적은 수분 함량 30% 이상, 발열량 4,500 kcal/kg 이하, 발화온도 180°C 이하의 저등급 석탄을 수분 함량 5% 이하, 발열량 6,500 kcal/kg 이상, 발화온도 230°C 이상의 발전용 석탄으로 고품위화하고 발화온도를 대폭 상승시킬 수 있는 고품위화 장치 및 방법을 제공하는 것이다.
- [9] 본 발명의 다른 목적은 저등급 석탄을 기존보다 낮은 온도로 건조하고, 건조탄 분말의 성형을 통해 저탄장에 저장시 산소흡착을 방지함으로써, 표준화력 미분탄 발전소의 연료로서 조건을 맞출 수 있는 고품위화 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [10] 본 발명은 상기 목적을 달성하기 위하여, 유증기를 제조하는 유증기 제조부; 및 유증기 제조부와 연결되어 유증기 제조부로부터 공급받은 유증기를 이용하여 저급 석탄을 건조하는 유증기 건조부를 포함하는 석탄의 고품위화 장치를 제공한다.
- [11] 본 발명에서 유증기 제조부는 배가스 공급원과 연결되어 배가스를 열원으로 하는 것을 특징으로 한다.
- [12] 본 발명에서 배가스 공급원은 일반 발전소 또는 순산소 발전소일 수 있으며, 특히 순산소 발전소인 것이 바람직하다.
- [13] 본 발명에서 배가스 중 산소농도는 5% 이하인 것이 바람직하며, 배가스의 온도는 150 내지 250°C일 수 있다.
- [14] 본 발명에서 유증기 제조부는 기름을 수용하고 기름의 증발이 이루어지는 기름 저장탱크; 기름 저장탱크 내부에 설치되고 배가스 공급원과 연결되어 기름 저장탱크에 배가스를 분배하는 배가스 분배기; 기름 저장탱크 및 배가스 공급원과 각각 연결되어 기름 저장탱크에서 형성된 유증기를 배가스의 추진으로 배출하는 노즐; 및 기름 저장탱크의 외벽에 설치되는 가열기를 포함할 수 있다.
- [15] 본 발명에서 유증기 건조부는 석탄 투입구 및 석탄 배출구를 가지며, 석탄의 건조가 이루어지는 건조실; 건조실 내부에 설치되고 유증기 제조부와 연결되어

건조실에 유증기를 분배하는 유증기 분배기; 건조실에 설치되어 마이크로파를 조사하는 마이크로파 공급기; 건조실의 하부에 설치되어 건조실을 진동시키는 진동수단; 건조실 내부에 설치되고 물결모양으로 이루어져 진동수단의 진동에 의해 석탄의 유동을 유도하는 진동 유동판; 및 배가스 공급원과 연결되고 진동 유동판의 하부에 설치되는 배가스 유입구를 포함할 수 있다.

[16] 본 발명에 따른 유증기 건조부 중 진동 유동판에는 다수의 기공이 배가스 유입구 쪽에 형성되고, 다수의 기공은 배가스의 흐름방향과 $\pm 10^\circ$ 의 각도를 이루는 것이 바람직하다.

[17] 또한, 본 발명은 발전소 보일러; 발전소 보일러에서 배출되는 배가스를 열원으로 유증기를 제조하는 유증기 제조부; 및 유증기 제조부와 연결되어 유증기 제조부로부터 공급받은 유증기를 이용하여 저급 석탄을 건조하는 유증기 건조부를 포함하는 석탄의 고품위화 시스템을 제공한다.

[18] 본 발명에 따른 석탄의 고품위화 시스템은 보일러의 후단에 설치되고 보일러에서 배출되는 배가스를 열원으로 보일러에 공급되는 공기 또는 산소를 예열하는 예열기; 및 배가스 처리라인에서 분지되는 분지라인에 설치되고, 배가스 중 수분을 분리 제거하는 응축기를 추가로 포함할 수 있다.

[19] 본 발명에 따른 석탄의 고품위화 시스템 중 예열기는 보일러에 공급되는 공기 또는 산소를 예열하는 주예열부; 및 응축기와 연결되어 수분이 제거된 배가스를 예열하는 배가스 예열부를 포함할 수 있다.

[20] 본 발명에 따른 석탄의 고품위화 시스템은 유증기 건조부와 연결되어 건조된 석탄을 압축 성형하는 성형기를 추가로 포함할 수 있다.

[21] 또한, 본 발명은 (a) 유증기를 제조하는 단계; 및 (b) 유증기를 이용하여 저급 석탄을 건조하는 단계를 포함하는 석탄의 고품위화 방법을 제공한다.

[22] 본 발명에 따른 고품위화 방법 중 (a) 단계에서는 배가스를 열원으로 하여 유증기를 제조하는 것이 바람직하고, 또한 배가스를 추진가스로 하여 유증기를 운반할 수 있다.

[23] 본 발명에 따른 고품위화 방법 중 (b) 단계에서는 적어도 일부의 유증기는 석탄 표면에서 응축되어 흡착됨으로써, 석탄 분자 사이의 내부수와 석탄 분자 표면에 결합된 결합수를 해리시키는 것을 특징으로 한다.

[24] 본 발명에 따른 고품위화 방법 중 (b) 단계에서는 배가스를 건조 열원 및 석탄 유동용으로 사용할 수 있고, 석탄에 마이크로파를 조사할 수 있으며, 석탄을 진동시킬 수 있다.

[25] 본 발명에 따른 고품위화 방법은 (a) 단계 이전에, 배가스를 응축하여 수분을 분리 제거하는 단계; 및 수분이 제거된 배가스를 예열하는 단계를 추가로 포함할 수 있으며, 이때 예열의 열원으로 배가스를 이용할 수 있다.

[26] 본 발명에 따른 고품위화 방법은 (b) 단계 이후에, 건조된 석탄을 압축 성형하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [27] 본 발명에서는 수분함량 30% 이상인 저등급 석탄을 유증기 흡착, 마이크로파 조사 및 석탄화력 보일러 혹은 순산소 화력발전소 보일러 배가스 열원 적용을 통해, 기존 400°C보다 250°C 정도 낮은 150°C 이하의 온도로 건조하고, 건조탄 분말의 성형을 통해 저탄장에 저장 시 산소흡착을 방지하여 표준화력 미분탄 발전소의 연료로서 조건을 맞출 수 있다.
- [28] 저등급 석탄의 경우, $105\pm 5^\circ\text{C}$ 범위에서 건조가 이루어지는 외부의 자유수분과 표면 부착수가 존재하는 반면에, 석탄 내부에 화학 결합된 간극수, 모관결합수, 내부 보유수는 400°C 이상의 온도에서 1시간 이상 건조해야만 분해 및 건조된다.
- [29] 종래와 같이 400°C 이상의 고온 고압에서 건조하는 방식의 경우, 건조과정에서 휘발분의 탈휘발화에 따라 연소 연료가치가 떨어지고, 건조과정에서 불필요한 열량소비가 많으며, 건조탄의 표면에서 수분의 탈착으로 인해 생성된 다공에 산소흡착으로 인한 자연발화 발생의 문제점이 발생하고 있다.
- [30] 따라서, 이와 같은 문제점들은 개선하기 위해 개발된 본 발명에서는, 유증기가 고수분 저등급 석탄과의 접촉을 통해 응축된 유분이 석탄의 다공으로 침투하면서 석탄 내부 결합수와의 반발력을 증가시켜 수분을 해리한 다음, 마이크로파 조사를 통해 건조함으로써, 150°C 이하의 낮은 온도에서 20분 가량 짧은 시간에 빠른 속도로 건조함과 동시에, 발화온도를 230°C 이상으로 상승시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [31] 도 1은 석탄의 구조 모델을 나타낸 것이다.
- [32] 도 2는 건조기술의 대표적인 기술인 호주의 BCB 기술 개념도를 나타낸 것이다.
- [33] 도 3은 시간 및 가스 종류에 따른 석탄 내 온도 변화를 나타낸 그래프이다.
- [34] 도 4는 유증기 건조방식이 결합수분에 미치는 영향을 나타낸 것이다.
- [35] 도 5는 본 발명에 따른 저등급 석탄의 고품위화 공정도이다.
- [36] 도 6은 본 발명에 따른 유증기 제조부의 단면도이다.
- [37] 도 7은 본 발명에 따른 유증기 건조부의 단면도이다.
- [38] 도 8은 본 발명에 따라 유증기 건조부 내부에 설치된 다공성 진동 유동판의 측단면도이다.
- [39] 도 9는 원료탄 및 고품위화탄의 발화온도 측정결과를 나타낸 그래프이다.
- [40] 도 10은 발화온도 측정장치 계통도이다.
- [41] 도 11은 원료탄과 고품위화탄의 표면 결합기 변화를 나타낸 그래프이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [42] 본 발명은 수분 건조 시 열원 적용기술로서, 전기로 및 유동층 건조기와 같은 직접 가열방식과 달리, 일반 석탄화력 발전소 보일러 혹은 기후변화 협약을 대비하고 이산화탄소 회수를 위해 개발 중인 순산소 보일러형 석탄화력 발전소에서 연소 후 배출되는 배가스를 열원으로 적용한 것을 특징으로 한다.

- [43] 또한, 본 발명은 배가스 중 석탄회, 질소산화물 및 황산화물을 제거한 청정 배가스, 예를 들어 95% CO₂를 함유하는 배출가스를 예열기에서 열교환을 통해 200°C 이상으로 예열시킨 후, 열풍 배가스를 유증기 제조용 및 고수분 저등급 석탄의 건조용 열원으로 공급하여 저등급 석탄 내부의 결합수를 분해하기 위해 사용하며, 설비적으로는 고른 열 접촉을 위한 최적 열풍식 다공판을 이용해 건조효율을 증가시키고 자연발화를 방지하는 것을 특징으로 한다.
- [44] 순산소 보일러의 경우 석탄화력 발전소와 달리, 공기 중 질소 가스를 분리하여 얻은 98% 이상의 산소를 연소용 원료로서 이용하고 배가스를 재순환하기 때문에, 최종 배출되는 배출가스는 역청탄 1 kg 연소시 연소부산물 조성의 경우 통상 CO₂ 95%, H₂O 2%, N₂ 3% 정도이며, 운전시 덕트에서 O₂가 누설되는 것을 고려할 경우에는 CO₂ 95%, H₂O 2%, N₂ 1%, O₂ 2% 정도로 분포하게 된다.
- [45] 따라서, 순산소 발전소 배가스의 경우 건조시 활성산소가 거의 없기 때문에, 건조 공정에 열원으로 사용하거나, 미분기에 1차 공기로서 200°C 이상의 열풍가스를 공급해도 자연발화를 방지할 수 있는 장점이 있다.
- [46] 특히, 이산화탄소의 경우 자연발화 실험 결과, 도 3과 같이 가스 복사열 전달 특성치(Gas emissivity)가 높기 때문에, 질소 혹은 알곤과 같은 비활성 가스보다 석탄에 대한 열전달율이 높고, 자연발화 연소에 의한 온도상승 현상이 없는 것으로 나타났다.
- [47] 즉, 순산소 보일러에서 배출되는 배출가스를 응축하여 수분을 제거함으로써, 이산화탄소 농도를 95% 이상으로 농축한 후, 배가스 재열기를 이용해 건조용 가스로서 공급할 경우, 건조효율을 상승시키고 건조온도를 200°C 이상으로 공급해도 자연발화에 의한 화재발생의 문제점은 완벽하게 해결할 수 있다.
- [48] 또한, 순산소 보일러 혹은 석탄화력 발전소 보일러의 배가스를 열원으로 유증기를 제조할 경우, 유증기의 폭발 및 발화를 방지할 수 있다. 등유, 부생연료 및 폐 식용유를 원료로 하여 유증기를 제조할 경우, 순산소 배가스의 온도는 200 내지 250°C, 석탄화력 배가스는 180 내지 220°C가 적정한 것으로 나타났다. 이것은 석탄화력발전소의 배가스 내 산소농도에 좌우됨을 확인할 수 있었다.
- [49] 특히, 도 4와 같이 유증기를 만들어 고수분 저등급 석탄의 열원으로 공급할 경우, 저온의 석탄 표면에서 유증기가 응축되어 저급탄 기공에 침투하면서 흡착되고, 저급탄 내부의 결합수 및 간극수와의 소수성을 발휘하면서 반발력을 발생시킴으로써, 150°C 이하의 저온에서도 간극수 및 결합수를 분해할 수 있게 해 준다.
- [50] 즉, 소수성(Hydrophobic)을 갖는 유증기는 응축 시 유분으로 되는데, 본 발명은 석탄 탄소성분의 친화력과 친수성(Hydrophilic)을 갖는 결합수분의 가용성(Wettability) 차이를 이용하는 기술을 적용한 것이다.
- [51] 한편, 반응 메카니즘은 친수성의 결합수분과 소수성인 저등급 석탄의 탄소성분 사이의 척력, 반발력(Repulsion)을 높이기 위하여, 일정량의 유증기의 응축을 통한 흡착특성을 이용하는데, 이들은 결합수분과의 소수성을 증가시키고

- 표면장력을 증가시킴으로써 저등급 석탄과의 분해를 촉진시킨다.
- [52] 이와 같이, 유증기의 적용으로 인해 간극수 및 모관결합수와 같은 결합수분의 분해력이 높아지므로, 이산화탄소 성분의 배가스를 150°C 이하의 온도로 공급하여도, 결합수분 및 모관결합수를 건조시켜 증기로서 분출시킬 수 있다.
- [53] 또한, 기공에는 응축 유분이 흡착되기 때문에, 성형장치에서 석탄을 압축할 때 석탄끼리의 결합력을 증가시키고, 수분 및 산소 흡착을 방지하여 자연발화 온도를 대폭 상승시킬 수 있다.
- [54] 한편, 유증기 건조 시 마이크로파를 조사할 경우, 유전율(투과도)이 낮은 석탄성분은 마이크로파를 투과하는 특성을 가진다. 반면에, 투과율이 높은 극성용매인 물과 같은 내부수분(간극수, 결합수)의 경우, 마이크로파를 흡수하여 자체 분자회전을 통해 열을 방출하면서 증발된다.
- [55] 이하, 본 발명을 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [56] 도 5는 본 발명에 따라 저등급 석탄을 원료로 하여 석탄화력 발전소 연소용 고품위화 석탄을 제조하는 계통도로서, 본 발명에 따른 고품위화 시스템은 보일러(10), 절탄기(20), 예열기(30), 집진기(40), 송풍기(50), 폐열회수 시스템(60), 탈황설비(70), 연돌(80), 응축기(90), 유증기 제조부(100), 유증기 건조부(110), 집진기(120), 성형기(130), 저탄장(140), 미분기(150) 등으로 구성된다.
- [57] 보일러(10)는 일반 발전소 보일러 또는 순산소 발전소 보일러로 구성된다. 보일러(10)에서 연소 후 발생된 배기가스는 회분 및 대기 오염물질을 함유한 상태로 절탄기(economizer)(20)를 거쳐 예열기(30)로 들어간다.
- [58] 예열기(30)는 연소용 보일러(10)에 연료인 미분탄을 공급하는 1차 공기(A1)와 연소용 공기인 2차 공기(A2)를 예열하여 보일러 효율을 높이는 주예열부(31)와, 저등급 석탄 건조 및 안정화를 위한 청정 배기가스를 예열하는 건조용 배가스 예열부(32)로 구성됨을 특징으로 한다.
- [59] 통상, 절탄기(20)에서 배출되는 배가스 온도는 400°C 이상이며, 예열기(30) 후단에서 배출되는 배가스 온도는 대기공기 및 건조용 공기 예열을 통해 150°C 정도로 낮아진다. 한편, 연소용 공기로 유입되는 대기공기(A) 또는 고순도 산소(O)의 온도는 대기공기 예열부(31)에서 예열되어 350 내지 380°C로 상승한 후 1차 및 2차 공기로 공급된다.
- [60] 배가스 예열부(32)는 전체 예열기(30)의 5% 공간을 차지하며, 유증기 제조부(100) 및/또는 유증기 건조부(110)에 공급될 배기가스를 예열하는 역할을 하며, 배가스 예열부(32)를 통과한 배가스의 온도는 150 내지 250°C로 유지되도록 한다.
- [61] 한편, 예열기(30)에서 열 전달에 의해 150°C 정도로 냉각된 배가스는 집진기(40), 예를 들어 전기 집진기로 유입되고, 집진기(40)에서 석탄회 등이 포집되어 제거된다.
- [62] 이후, 배가스는 송풍기(50)를 거쳐 폐열회수시스템(60)에서 마지막 잔열까지

흡수된 후, 대기오염 물질 제거설비인 배연탈황설비(70)를 거쳐 최종적으로 청정공기로서 연돌(80)을 통해 배출된다.

[63] 본 발명의 주요 특징은 집진 및 탈황공정을 거친 청정 배기가스를 이용하는 점이다.

[64] 청정배기가스의 경우 CO_2 25%, H_2O 5%, N_2 70%의 가스 조성을 가지고 있으며, 순산소 보일러 배가스의 경우 CO_2 95%, H_2O 2%, N_2 3%로 조성된다.

[65] 따라서, 배가스 중 5% 정도의 수분을 제거하기 위해, 배가스 처리라인 중, 바람직하게는 탈황설비(70)와 연돌(80) 사이에 분지라인을 형성한 후, 이 분지라인에 응축기(90)를 설치한다.

[66] 응축기(90)를 통해 대부분의 수분이 제거된 배가스는 상술한 바와 같이, 예열기(30)의 배가스 예열부(32)에서 열교환을 통해 150 내지 250°C로 가열된 후, 본 발명의 핵심 구성인 유증기 제조부(100)와 유증기 건조부(110)의 열원으로 사용된다.

[67] 유증기 건조부(110)에서 사용된 배가스는 집진기(120)로 유입되며, 집진기(120)에서 포집된 분진은 성형기(130)로 이송되고, 가스는 응축기(90)로 재순환되어 수분이 제거된다.

[68] 고수분 저등급 석탄(C)은 예를 들어 200 mesh 통과분이 사용되고, 유증기 건조부(110)의 상단으로 공급되어 서서히 이동하면서 건조된 후, 성형기(130)로 이송되어 압축 성형된 다음 저탄장(140)에 보관된다.

[69] 보관된 고품위 석탄은 미분기(150)에서 미분된 후, 연소보일러(10)의 연료로서 사용된다. 유증기 건조부(110)에서 배가스에 의해 비산되는 미세분말은 집진기(120)를 통해 포집되어 성형장치(130)로 재이송된다.

[70] 이와 같이, 수분함량이 30% 이상인 저등급 석탄을 수분 함량 10% 이하의 석탄화력발전소 연소용 고품위화 석탄으로 건조하기 위해, 200 mesh를 통과한 고수분 저등급탄(C)을 원료로 하고, 예열기(30)에서 열을 회수한 산소농도 5% 이하의 석탄화력 발전소 배기가스 혹은 순산소 화력발전소 배기가스를 열원으로 적용함으로써, 저등급 석탄(C)의 표면수를 제거함과 동시에, 유증기의 접촉을 통해 석탄 내부 결합수를 해리시킨 다음, 400°C 이상에서 분해 및 건조가 이루어지는 간극수, 모관결합수, 내부 보유수 등과 같은 난분해성 수분을 150°C 이하에서 건조하며, 수분 5%, 기름 흡착량 2 내지 4% 수준의 건조탄을 성형기(130)를 통해 1.11 g/cm³ 이상의 고품위화 석탄으로 제조하여 저탄장(140)에서 자연발화를 방지할 수 있다.

[71] 도 6은 본 발명에 따른 유증기 제조부의 단면도로서, 유증기 제조부(100)는 배가스 유입관(101), 배가스 분배기(102), 분사구(103), 기름 저장탱크(104), 가열기(105), 연결관(106), 노즐(107), 노즐 입구(108), 노즐 출구(109) 등으로 구성된다.

[72] 기름 저장탱크(104)에는 기름(L)이 저장되며, 유증기 제조용 기름(L)으로는 보일러 등유, 부생연료(하이신) 및 폐식용유 등을 사용할 수 있다. 이때, 기름

- 저장탱크(104)는 150°C 정도의 온도를 유지하여야 하는데, 이를 위해 기름 저장탱크(104)의 외벽에는 가열기(105)가 설치될 수 있다.
- [73] 예열기(30)에서 200°C 정도로 예열된 배가스가 유증기 제조용 열원으로 사용되는데, 배가스는 배가스 유입관(101)을 통해 유입되고, 배가스 분배기(102)를 통해 기름 저장탱크(104)의 내부에 공급된다.
- [74] 배가스 분배기(102)는 배가스를 기름 저장탱크(104)에 고루 분사할 수 있도록, 기름 저장탱크(104)의 하부에 길이 방향 및/또는 폭 방향에 걸쳐서 길게 배치되며, 일정한 간격으로 형성된 다수의 분사구(103)를 갖는다.
- [75] 내부 분배기(102)를 통해 공급된 200°C 정도의 배가스는 보일러 등유, 부생연료 혹은 폐식용유의 휘발화 및 분해를 촉진시켜 유증기를 발생시킨다.
- [76] 발생된 유증기는 연결관(106)을 통해 노즐(107)로 유입되는데, 노즐(107)의 입구(108)로 배가스가 또한 유입된다. 이때 노즐(107)로 유입되는 배가스는 추진가스로 사용되어 유증기를 운반하는 역할을 한다. 즉, 배가스는 유증기 제조부(100)에서 유증기 제조용 열원으로 사용됨과 동시에, 유증기 운반용 추진가스로 사용된다. 또 다른 측면에서, 유증기 및 정전기에 의한 화재 발생을 막기 위해서는, 일반 공기 대신 반드시 배가스를 주입해야 한다.
- [77] 유증기는 배가스와 함께 노즐(107)의 출구(109)로 배출된 후 유증기 건조부(110)로 이송된다.
- [78] 도 7은 본 발명의 핵심 구성요소인 유증기 및 마이크로파 건조방식 그리고 유동 반응식 유증기 건조부의 상세도로서, 유증기 건조부(110)는 건조실(111), 석탄 투입구(111a), 배가스 유입구(111b), 가스 배출구(111c), 석탄 배출구(111d), 건조실 연결부(111e), 유증기 분배기(112), 분사구(112a), 마이크로파 공급기(113), 온도센서(114), 진동 유동판(115), 기공(115a), 진동 스프링(116), 진동 공급기(117), 지지대(118) 등으로 구성된다.
- [79] 건조실(111)은 길이 방향으로 길게 형성된 상부 건조실과 하부 건조실로 구성될 수 있고, 상부와 하부 건조실은 연결부(111e)를 통해 일체로 형성될 수 있다.
- [80] 건조실(111)은 일측 상단에 저급 석탄이 공급되는 석탄 투입구(111a), 일측 하단에는 배가스가 공급되는 배가스 유입구(111b), 다른 일측 상단에는 유증기, 배가스, 수증기, 분진 등이 배출되는 가스 배출구(111c), 그리고 다른 일측 하단에는 건조탄이 배출되는 석탄 배출구(111d)를 갖는다.
- [81] 건조실(111)의 상부에는 유증기 분배기(112)가 설치되는데, 유증기 분배기(112)는 유증기를 건조실(111)에 고루 분사할 수 있도록, 건조실(111)의 길이 방향 및/또는 폭 방향에 걸쳐서 길게 배치되며, 일정한 간격으로 형성된 다수의 분사구(112a)를 갖는다.
- [82] 마이크로파 공급기(113)는 건조실(111)의 내부 및/또는 외부에 적어도 하나 이상 설치되며, 유증기 및 배가스와 더불어 석탄 건조용 열원으로 작용한다.
- [83] 온도센서(114)는 건조실(111)의 내부 및/또는 외부에 적어도 하나 이상

설치되어 건조실(111)의 온도를 측정하며, 마이크로파 공급기(113)와 연계될 수 있다. 구체적으로, 온도센서(114)를 통해 석탄 내부의 온도를 모니터링하면서 마이크로파 공급기(113)를 제어하여 온도를 조절할 수 있다.

[84] 진동 유동판(115)은 건조실(111) 내부에 설치되고, 물결모양(Wave type)으로 이루어져서 진동수단의 진동에 의해 석탄의 유동을 유도하는 역할을 한다.

[85] 진동수단은 건조실(111)의 하부에 설치되어 건조실(111)을 진동시켜 석탄의 유동 및 석탄의 흐름을 발생시키는 역할을 하며, 진동을 발생시키는 진동 공급기(117) 및 진동 스프링(116) 등으로 구성되며, 지지대(118)에 의해 지지된다.

[86] 고수분 저등급 석탄(C)은 200 mesh를 통과한 것을 사용하여 석탄 투입구(111a)를 통해 건조실(111)의 상부에 투입하고, 유증기는 유증기 분배기(112)를 통해 건조실(111)의 상부에 분사하며, 배가스는 배가스 유입구(111b)를 통해 건조실(111)의 하부에 공급한다.

[87] 유증기는 일차적으로 석탄 건조용 열원으로 작용하여 석탄의 표면수를 건조시키는 역할을 한다. 동시에, 유증기는 석탄 표면과의 열전달을 통해 응축되어 유분으로 변하면서 석탄 표면 및 기공 내부에 흡착됨으로써, 석탄 내부 결합수 및 간극수와 반응력을 발생시키는 역할도 한다.

[88] 배가스도 일차적으로 석탄 건조용 열원으로 작용함과 동시에, 이차적으로 진동 유동판(115)을 통과하면서 석탄의 유동을 유도하는 역할도 한다.

[89] 마이크로파 공급기(113)도 열원으로 작용하여 결합수 및 간극수 건조를 보다 용이하게 한다.

[90] 이와 같이, 유증기, 배가스 및 마이크로파 등이 복합적으로 작용해서 150°C 이하의 저온에서도 석탄의 건조가 가능하다.

[91] 또한, 배가스, 진동유동판(115), 진동수단(116, 117) 등의 복합적인 작용으로 석탄을 유동시킴으로써, 석탄의 건조를 더욱 원활하게 촉진시킬 수 있으며, 아울러 석탄을 투입구(111a) 쪽에서 배출구(111d) 쪽으로 이동시킬 수 있다.

[92] 도 8은 본 발명에 따른 진동 유동판의 단면도로서, 진동 유동판(115)에는 배가스의 유입을 위한 다수의 기공(115a)이 형성되는데, 이 기공(115a)은 물결모양 중 추진방향(V) 기준으로 하강부에 설치되며, 역류방지 및 원활한 접촉을 위해 배가스 및 석탄의 흐름방향과 $\pm 10^\circ$ 의 각도를 이루도록, 바람직하게는 평행이 되도록 형성된다. 기공(115a)의 크기는 석탄이 누출되지 않도록 석탄의 크기보다 작다. 이 기공(115a)을 통해 배가스가 진동유동판(115)을 통과하면서 석탄의 유동을 도모하게 된다.

[93] 본 발명에 따라 저등급 석탄으로부터 고품위화 석탄을 얻기 위한 장치와 방법을 실시예를 들어 설명하면 다음과 같다.

[94] [실시예]

[95] 유증기 제조장치는 도 6과 같이 제작하되, 기름 저장탱크(104)는 지름 30 cm 및 높이 20 cm의 크기로 구성하였고, 외벽에는 가열기(105)로서 30 kw의 열선

공급기를 설치하였다.

- [96] 유증기 건조장치는 도 7과 같이 제작하되, 건조실(111)은 길이 300 cm, 넓이 30 cm, 높이 30 cm의 크기로 구성하였고, 석탄 투입구(111a), 가스 배출구(111c) 및 유증기 분배기(112) 유입구의 면적은 2inch×2inch로 설계하였으며, 마이크로파 공급기(113)로는 2.45 GHz, 2 kW, 220 V, 단상인 것을 사용하였고, 온도센서(114)로는 스테인리스 스틸 차폐 열전대를 사용하되, 온도센서(114) 설치부위 직경은 1 cm로 구성하였으며, 건조실(111)을 균일하게 진동시키기 위해 0.45 kW 용량의 진동 공급기(117)를 양 측면에 2개 부착하였다.
- [97] 진동 유동판(115)은 테프론 재질을 사용하여 도 8과 같이 물결모양으로 제작하되, 건조실(111) 바닥과의 최대 간격(115b) 5 cm, 최소 간격(115c) 2 cm, 물결모양 폭(115d) 5.5 cm로 제작하였고, 기공(115a)은 물결모양 중 좌측에 지름 5 mm의 크기 및 좌우 1 cm 간격으로 수직 방향을 따라 20개씩 형성하였다.
- [98] 실험조건은 다음과 같다.
- [99] ◇ 석탄
- [100] -인도네시아산 수입탄 1종
- [101] -총수분 함량: 36.4%
- [102] -석탄크기: 200 mesh 통과분
- [103] ◇ 유증기 제조부
- [104] -유증기 제조원료: 보일러 부생연료(하이신)
- [105] -배가스 분배기(102)로의 예열 배가스 공급량: 0.06~0.12 m³/min
- [106] -노즐(107)에 공급되는 추진가스(배가스)의 공급량: 0.12~0.24 m³/min
- [107] ◇ 유증기 건조부
- [108] -1차 건조방식: 배가스 및 유증기 접촉
- [109] -1차 건조온도: 110~130°C
- [110] -유증기 배가스 주입량: 0.18~0.36 m³/min
- [111] -예열 배가스 주입량: 0.54~0.72 m³/min
- [112] -예열 배가스 주입속도: 1~2 m/s
- [113] -2차 건조방식: 마이크로파 조사 및 결합수 분자회전
- [114]
- [115] *-2차 건조온도: 120~150°C
- [116] -2차 건조시간: 5~20분
- [117] -저등급 석탄 처리량: 20 kg/hr
- [118] ◇ 성형장치
- [119] -압력: 24 톤/cm²
- [120] -작동압력: 15 톤/cm²
- [121] 실험에 사용한 저등급 석탄 및 고품위화 석탄의 물성은 표 1과 같다.
- [122] 표 1

[Table 1]

	저등급 석탄	고품위화 석탄
총수분 (wt% ar)	36.4	4.5~5.2
회분 (wt% db)	3.0	3.20~3.15
휘발분 (wt% db)	50.1	47.06~48.12
고정탄소 (wt% db)	42.9	43.21~43.26
연료비 (-)	0.86	0.92~0.93
발열량 (kcal/kg ar)	4,253	6,900~6,910
발열량 (kcal/kg db)	6,291	7,140~7,210
C (wt% daf)	69.76	71.03~71.52
H (wt% daf)	4.82	4.17~4.59
N (wt% daf)	1.15	1.13~1.16
S (wt% daf)	0.12	0.14~0.16
O _{diff} (wt% daf)	24.13	23.03~23.06
입자크기 (mm)	2~5	-
ar: as received basis db: dry basis daf: dry ash free basis		

- [123] 저등급 석탄의 경우 수분함량이 약 36% 정도이며, 열량은 건조 기준(db) 6,291 kcal/kg으로 무연탄보다는 높지만 석탄화력 발전소용 석탄(6,500 kcal/kg) 보다는 낮은 편이다. 연료비는 0.86으로서 아역청탄(Sub-bituminous) 계열과 유사한 것으로 나타나서 수분을 10% 이하로 건조할 경우 화력발전소 연료로서의 규격에 적합함을 확인할 수 있었다.
- [124] 또한 유증기 제조용 부생연료 1호(하이신)는 밀도 0.8091 g/cm³, 인화점 46.5°C, 황 0.05%, 점도 1.01 mm²/S, 잔류 카본량 0.01%로 구성되어 있었다.
- [125] 한편, 시험결과 표 1과 같이, 생성된 고품위화 석탄은 수분함량이 5.2% 이하로서 매우 낮은 수치를 보였으며, 열량도 7,140 kcal/kg 이상으로 매우 높게 나타났다. 특히, 연료비의 경우 0.92 이상으로 크게 향상되었다. 표 1의 물성으로 보아 석탄화력 발전소 연소용 원료로서 적합한 것으로 나타났다.
- [126] 이와 같이, 유증기, 예열 배가스 건조 및 마이크로파 열원 공급을 통해 고품위화되는 건조 석탄의 공업분석 및 원소분석 결과, 표 1과 같이 석탄화력발전소 연소용으로 적합하였으며, 수분함량은 약 5%, 기름잔량은 약 2%로 나타났다.
- [127] 도 9는 원료탄 및 고품위화탄의 발화온도 측정결과를 나타낸 그래프로서, 좌측은 고수분 저등급 원료탄이고, 우측은 최적 건조 고품위화탄이다.
- [128] 발화온도 측정을 위해, 원료탄과 고품위화탄 분말을 24 톤/cm³ 용량의 성형장치로 15 톤/cm³으로 압축한 후 자연발화 온도를 측정하였다. 자연발화 측정실험은 승온 실험장치로 수행하였다. 승온 실험장치는 도 10과 같이 항온조,

열전대, 온도제어장치, 기록계와 시료용기로 구성하였다. 항온조는 시판되는 항온조를 개량한 내용적 90 L(45cm×45cm×45cm)의 열풍 순환식 항온조로서, 내부의 온도분포를 일정하게 유지하기 위하여 시로코 팬(Sirocco fan)을 부착하여 내부공기를 강제 순환시켰으며, 이 항온조의 가열에는 1,000 W의 히터 2개를 사용하였다. 항온조 상부의 배기구에는 팬을 설치하여 설정온도보다 내부온도가 높을 경우 릴레이 스위치에 의해 팬이 작동하게 하였다. 열전대는 2조의 Chromel-Alumel 열전대로서, 분위기 온도의 제어 및 측정용 그리고 시료의 중심온도 측정용으로 사용하였는데, 전자는 시료용기와 항온조의 벽면 중심에 설치하였고, 후자는 시료 용기의 중심에 설치하였으며, 열전대의 직경은 0.35 mm으로 하였다. 온도제어장치(Konics제 EC-5600)는 프로그램의 설정에 의해 주위온도를 제어하는 방식으로 냉접점을 거친 보정된 온도를 제어할 수 있도록 하여 설정온도와 비교하고, 그 차이에 의해 1,000 W 히터 2개의 전류치를 제어하고 릴레이 스위치를 이용하여 상부 팬의 작동을 on-off로 제어하였다.

[129] 실험방법을 설명하면, 시료 50 g의 성형탄 혹은 분말을 셀(cell)에 넣고 공기를 30 cm³/min으로 공급함과 동시에 5°C/min의 승온 속도로 내부공기를 가열하면서 오븐 내 공기온도와 시료 내 온도를 측정하였다. 오븐 내 공기온도와 시료내부의 온도가 동일하게 된 온도를 분기점 온도(CPT: Cross point temperature)로 규정하고 발화온도로 정의하였다.

[130] 그 결과, 도 9와 같이 원료탄의 경우 6회 측정한 발화온도 평균이 176.3°C로서 매우 낮은 반면에, 고품위화 과정을 통해 제조한 석탄의 경우 241.8°C로서 매우 높아짐을 확인할 수 있었다.

[131] 그러나, 각 공정별로 유증기 주입, 마이크로파 조사 및 성형의 여부에 따른 제품특성은 표 2와 같이, 마이크로파 조사 및 유증기 흡착공정의 수행여부에 큰 영향을 받는 것으로 확인되었다. 즉, 유증기 건조 및 마이크로파 조사시 생성된 제품의 경우 성형을 하지 않아도 241°C 이상의 발화온도를 갖는 고품위화탄을 만들 수 있었으며, 석탄화력 발전소 저탄장 보관을 위해 성형 압축시에는 250°C까지 발화온도가 상승하는 것으로 나타났다.

[132] 표 2는 실험 공정조건별 고품위화탄의 성상 및 발화온도를 나타낸 것이다.

[133] 표 2

[Table 2]

고품질화 탄종	공정수행 여부			제품특성	발화온도 (℃)
	유증기 주입	마이크로파 조사	성형		
건조탄 1	○	○	○	-수분 5% -기름잔량 2% -밀도 1.11 g/cm ³	250
건조탄 2	○	○	×	-수분 5% -기름잔량 2% -밀도 0.65 g/cm ³	241
건조탄 3	×	○	○	-수분 7.5% -기름잔량 0% -밀도 1.11 g/cm ³	225
건조탄 4	○	×	○	-수분 15% -기름잔량 2% -밀도 1.05 g/cm ³	210

[134] 본 발명과 같이 석탄화력 배가스 혹은 순산소 보일러 배가스를 열원으로 하여 유증기를 제조하여 건조하고 마이크로파를 이용하여 고품위화한 석탄의 경우, 수분제거율이 (35%→5%) 85% 이상인 점을 비롯해, 유증기의 건조탄 기공 침투 및 흡착을 통해, 도 11과 같이 석탄 표면의 산소관능기 농도를 저하시키고 저탄장 보관 시 수분 및 산소 흡착을 방지함으로써 발화온도를 대폭 향상시키는 것으로 나타났다.

[135] 도 11은 원료탄과 고품위화탄의 표면 결합기 변화를 나타낸 그래프로서, 좌측은 고수분 저등급 석탄 원료이고, 우측은 유증기 건조 고품위화탄이다. XPS(X-ray photoelectron spectroscopy) 분석결과, 유증기 건조의 경우 기름잔량의 표면 코팅 및 기공 흡착에 의해 건조탄 표면에 자연발화 원인인 산소관능기(C-O, C=O, O-C=O) 농도가 65% 감소하는 것으로 확인되었다.

[136] 종래기술과 같이 400℃ 이상의 고온 고압에서 건조하는 방식의 경우, 건조과정에서 휘발분의 휘발화에 따라 연소 연료가치가 떨어지며, 건조과정에 불필요한 열량소비가 많고 건조시간이 너무 길어 상업화가 어려운 문제점들이 있었다.

[137] 본 발명에서는 기존의 고온고압 가열방식이 아닌, 석탄화력발전소 배가스 혹은 순산소 보일러 배가스 열원을 적용하고 유증기 흡착을 통해 결합수분 및 모간수와의 소수성을 증가시키면서 마이크로파를 조사하여 건조시킴으로써, 건조시간을 20분 이하로 그리고 건조온도를 150℃ 이하로 단축하고 발화온도를 230℃ 이상으로 향상시키는 것이 가능하다.

[138] 또한, 본 발명에 따라 종래의 저등급 석탄 건조장치의 경제성 하락 및 소요동력 과다 사용 등의 문제점, 고품위화 석탄 사용시 발생하는 연소상 문제를 해결할 수 있다.

[139] 우리나라는 2007년 기준 약 8천만톤의 고등급 역청 석탄을 수입하고 있으며, 일본에 이어 세계 2번째 석탄 수입국이다. 8천만톤 중 발전용으로만 약 5천7백만톤이 사용되고 있다. 따라서 향후 엄청난 양의 석탄을 수입하는 우리나라의 경우, 본 발명은 수입대체 효과 등으로 향후 50년 이상 적용될 수

있다.

- [140] 본 발명에 따른 저등급 석탄의 고품위화를 통해 생산한 고품위탄은 화력발전소에서의 석탄과 혼합연소용으로 적용될 수 있다.
- [141] 또한, 본 발명은 석탄을 연료로 사용하는 모든 화력발전소(국내 및 국외발전소 포함), 저등급 석탄이 다량 매장되어 있는 인도네시아, 중국, 및 호주 등의 탄광산업에 적용이 가능하다.
- [142] 현재 국내 석탄화력발전소의 경우 석탄가격이 급등하여 발전단가 상승의 원인으로 작용하고 있다. 현재 수입 역청탄의 1/4 내지 1/3 가격인 저등급 석탄의 고품위화를 통해 발전소 수입탄을 대체할 경우, 연간 1조원(현재 발전소 20% 적용 기준)의 수입 대체 효과가 기대된다. 또한 국내 철강산업 및 열병합발전소 등에도 적용이 가능하다.
- [143] 본 발명은 수분이 많고 자연발화 가능성이 높아 사용이 되지 않고 있는 갈탄(Lignite: LRC)을 대상으로 고품위화하여 유연탄과 동일 등급의 고등급 석탄(HRC)을 제조하는 기술로서, 본 발명을 통하여 석탄 수입비용으로 증가되고 있는 약 4조 3천억원의 추가비용 중 연간 약 1조원을 저감할 수 있다.
- [144] 표 3은 석탄 사용량 예측과 기술개발성 및 수입저감 예상액을 나타낸 것이다.
- [145] 표 3

[Table 3]

	열병합	석탄화력발전소	수입 저감액
현재 사용량 (유연탄 기준)	5백만톤	5천7백만톤	-
2020년 사용량 (예상)	1천만톤	7천5백만톤	-
2015년 (5,000 ton/day) (150만톤/년 공장 생산 개시)	15% 대체	2% 대체	1천억원/년
2020년 (1,500 만톤/년) (150만톤/년 단위 공장 10기 증설)	100% 대체	20% 대체	1조원/년

- [146] 본 발명은 오일 쇼크 등을 대비할 수 있고, 가격급변동이 심하고 발전단가의 70% 이상을 차지하고 있는 석탄의 수입가격을 절감할 수 있으므로, 잠재 성장성이 매우 높은 편이다.
- [147] 또한, 표 4와 같이, 저등급 석탄의 전 세계 매장량은 4,747억톤으로 매우 많으므로, 저등급 갈탄을 수입하여 사용할 경우 발전단가 하락을 유도할 수 있다.
- [148] 표 4

[Table 4]

	기존 발전소 수입탄	저등급 석탄	합계
세계	509491	474720	984211
북미	116707	139770	256477
중남미	7839	13735	21574
유럽	41664	80368	122032
구소련	97476	132707	230178
아프리카	61162	250	61412
중동	193	-	193
호주	47300	43100	90400
중국	62200	52300	114500
인도	72733	2000	74733
인도네시아	770	4450	5220

[149]

청구범위

- [청구항 1] 유증기를 제조하는 유증기 제조부; 및
유증기 제조부로부터 공급받은 유증기를 이용하여 저급 석탄을
건조하는 유증기 건조부를 포함하는 석탄의 고품위화 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
유증기 제조부는 배가스 공급원과 연결되어 배가스를 열원으로
하는 것을 특징으로 하는 석탄의 고품위화 장치.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
배가스 공급원은 일반 발전소 또는 순산소 발전소인 것을
특징으로 하는 석탄의 고품위화 장치.
- [청구항 4] 제2항에 있어서,
배가스 중 산소농도는 5% 이하인 것을 특징으로 하는 석탄의
고품위화 장치.
- [청구항 5] 제2항에 있어서,
배가스의 온도는 150 내지 250°C인 것을 특징으로 하는 석탄의
고품위화 장치.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
유증기 제조부는
기름을 수용하고 기름의 증발이 이루어지는 기름 저장탱크;
기름 저장탱크 내부에 설치되고 배가스 공급원과 연결되어 기름
저장탱크에 배가스를 분배하는 배가스 분배기;
기름 저장탱크 및 배가스 공급원과 각각 연결되어 기름
저장탱크에서 형성된 유증기를 배가스의 추진으로 배출하는 노즐;
및
기름 저장탱크의 외벽에 설치되는 가열기를 포함하는 것을
특징으로 하는 석탄의 고품위화 장치.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
유증기 건조부는
석탄 투입구 및 석탄 배출구를 가지며, 석탄의 건조가 이루어지는
건조실;
건조실 내부에 설치되고 유증기 제조부와 연결되어 건조실에
유증기를 분배하는 유증기 분배기;
건조실에 설치되어 마이크로파를 조사하는 마이크로파 공급기;
건조실의 하부에 설치되어 건조실을 진동시키는 진동수단;
건조실 내부에 설치되고 물결모양으로 이루어져 진동수단의
진동에 의해 석탄의 유동을 유도하는 진동 유동판; 및
배가스 공급원과 연결되고 진동 유동판의 하부에 설치되는 배가스

- [청구항 8] 유입구를 포함하는 것을 특징으로 하는 석탄의 고품위화 장치.
제7항에 있어서,
진동 유동관에는 다수의 기공이 배가스 유입구 쪽에 형성되는
것을 특징으로 하는 석탄의 고품위화 장치.
- [청구항 9] 제8항에 있어서,
다수의 기공은 배가스의 흐름방향과 $\pm 10^\circ$ 의 각도를 이루는 것을
특징으로 하는 석탄의 고품위화 장치.
- [청구항 10] 발전소 보일러;
발전소 보일러에서 배출되는 배가스를 열원으로 유증기를
제조하는 유증기 제조부; 및
유증기 제조부와 연결되어 유증기 제조부로부터 공급받은
유증기를 이용하여 저급 석탄을 건조하는 유증기 건조부를
포함하는 석탄의 고품위화 시스템.
- [청구항 11] 제10항에 있어서,
보일러의 후단에 설치되고 보일러에서 배출되는 배가스를
열원으로 보일러에 공급되는 공기 또는 산소를 예열하는 예열기;
및
배가스 처리라인에서 분지되는 분지라인에 설치되고, 배가스 중
수분을 분리 제거하는 응축기를 추가로 포함하는 석탄의 고품위화
시스템.
- [청구항 12] 제11항에 있어서,
예열기는
보일러에 공급되는 공기 또는 산소를 예열하는 주예열부; 및
응축기와 연결되어 수분이 제거된 배가스를 예열하는 배가스
예열부를 포함하는 것을 특징으로 하는 석탄의 고품위화 시스템.
- [청구항 13] 제10항에 있어서,
유증기 건조부와 연결되어 건조된 석탄을 압축 성형하는 성형기를
추가로 포함하는 석탄의 고품위화 시스템.
- [청구항 14] (a) 유증기를 제조하는 단계; 및
(b) 유증기를 이용하여 저급 석탄을 건조하는 단계를 포함하는
석탄의 고품위화 방법.
- [청구항 15] 제14항에 있어서,
(a) 단계에서 배가스를 열원으로 하여 유증기를 제조하는 것을
특징으로 하는 석탄의 고품위화 방법.
- [청구항 16] 제15항에 있어서,
(a) 단계에서 배가스를 추진가스로 하여 유증기를 운반하는 것을
특징으로 하는 석탄의 고품위화 방법.
- [청구항 17] 제14항에 있어서,

(b) 단계에서 적어도 일부의 유증기는 석탄 표면에서 응축되어 흡착됨으로써, 석탄 분자 사이의 내부수와 석탄 분자 표면에 결합된 결합수를 해리시키는 것을 특징으로 하는 석탄의 고품위화 방법.

[청구항 18]

제14항에 있어서,

(b) 단계에서 배가스를 건조 열원 및 석탄 유동용으로 사용하는 것을 특징으로 하는 석탄의 고품위화 방법.

[청구항 19]

제14항에 있어서,

(b) 단계에서 석탄에 마이크로파를 조사하는 것을 특징으로 하는 석탄의 고품위화 방법.

[청구항 20]

제14항에 있어서,

(b) 단계에서 석탄을 진동시키는 것을 특징으로 하는 석탄의 고품위화 방법.

[청구항 21]

제14항에 있어서,

(a) 단계 이전에

배가스를 응축하여 수분을 분리 제거하는 단계; 및

수분이 제거된 배가스를 예열하는 단계를 추가로 포함하는 석탄의 고품위화 방법.

[청구항 22]

제21항에 있어서,

예열의 열원으로 배가스를 이용하는 것을 특징으로 하는 석탄의 고품위화 방법.

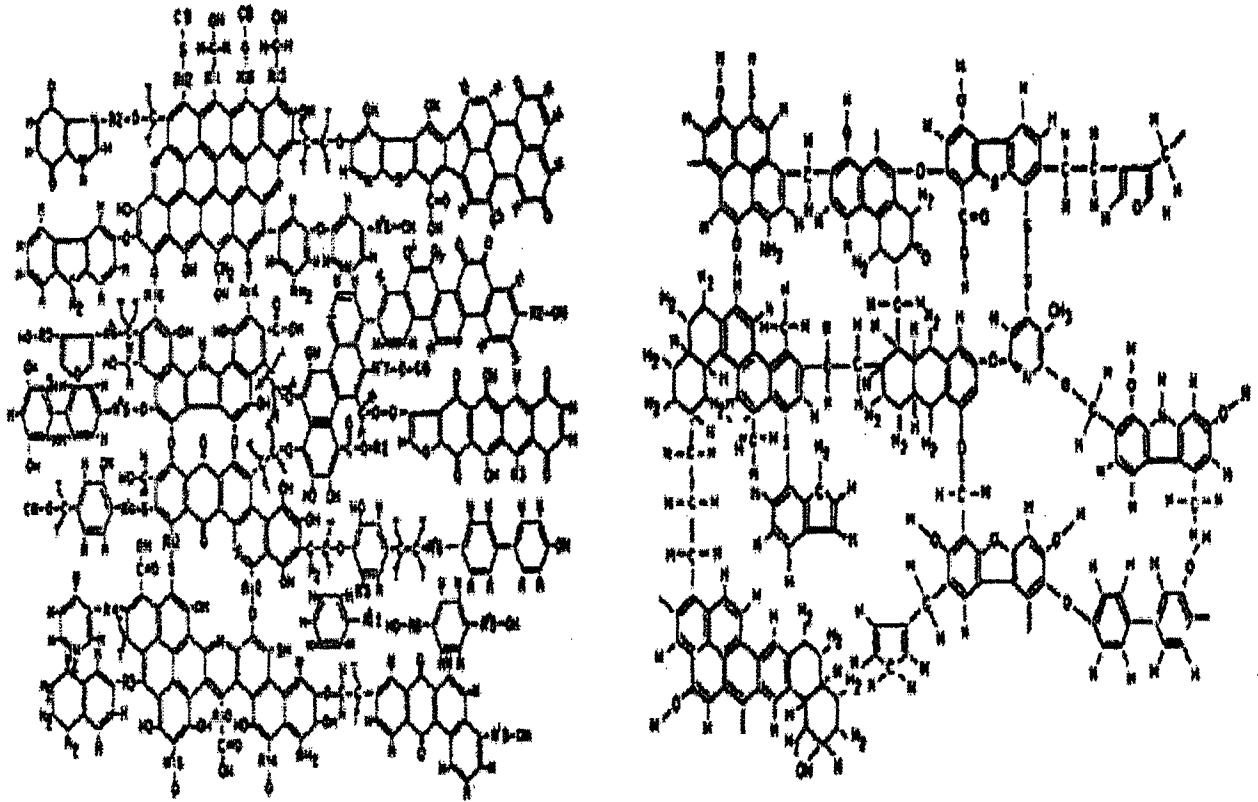
[청구항 23]

제14항에 있어서,

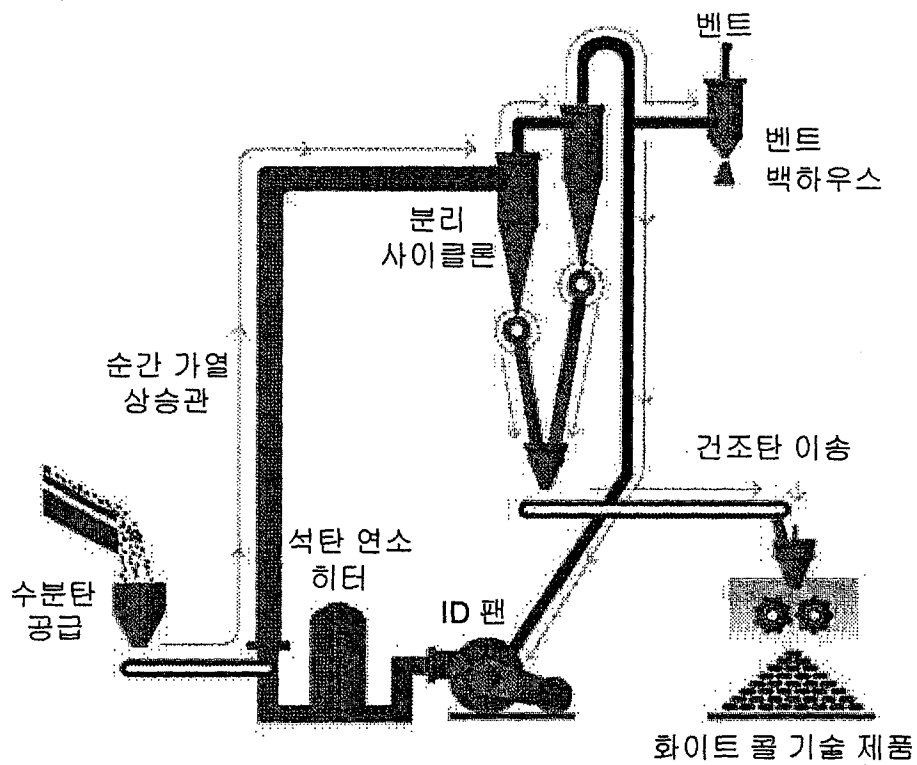
(b) 단계 이후에

건조된 석탄을 압축 성형하는 단계를 추가로 포함하는 석탄의 고품위화 방법.

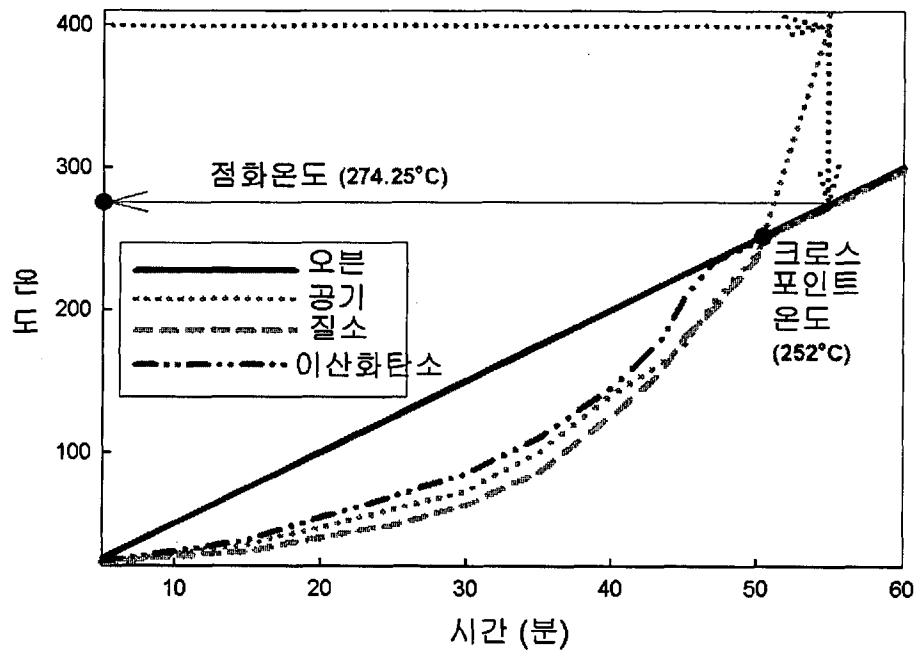
[Fig. 1]



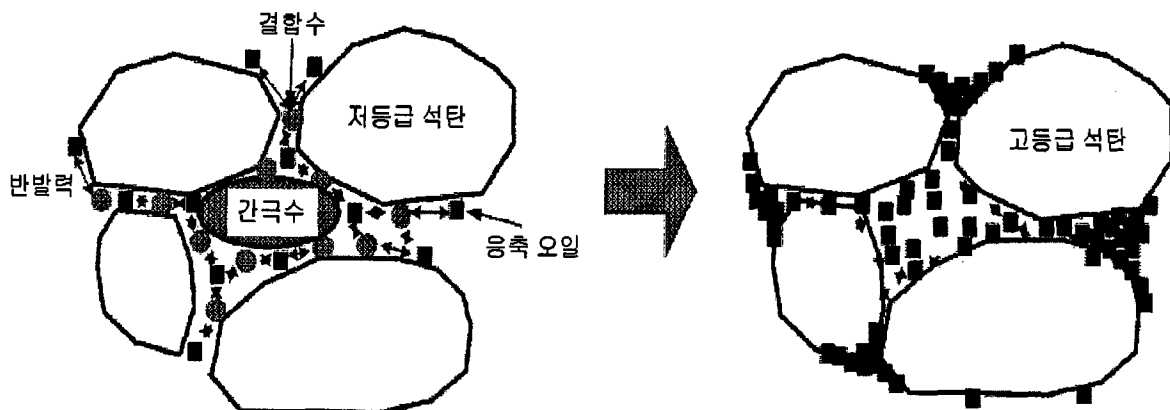
[Fig. 2]



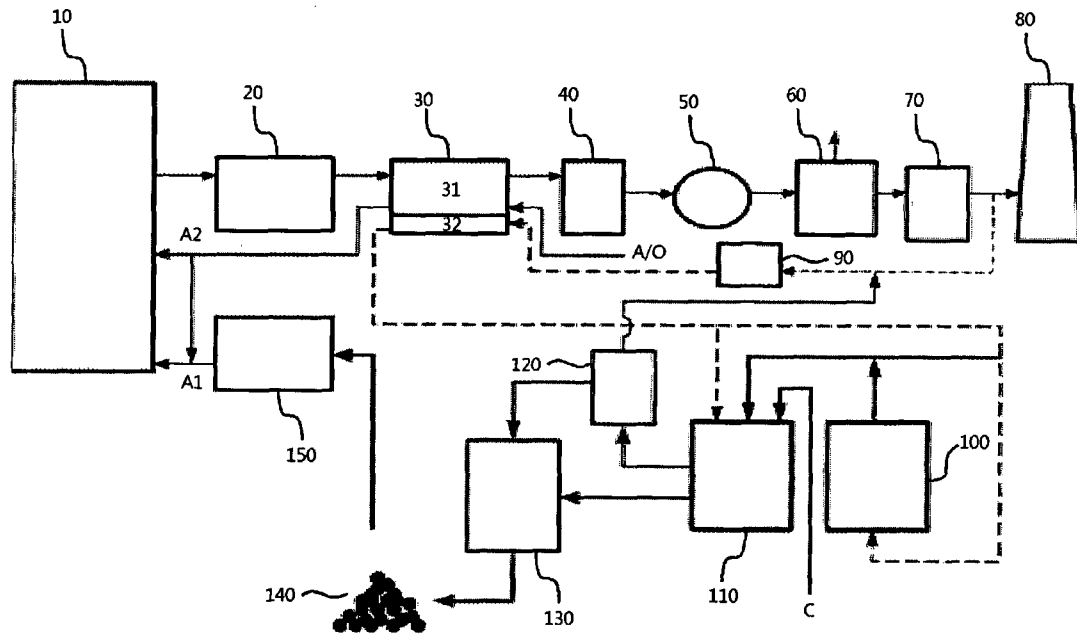
[Fig. 3]



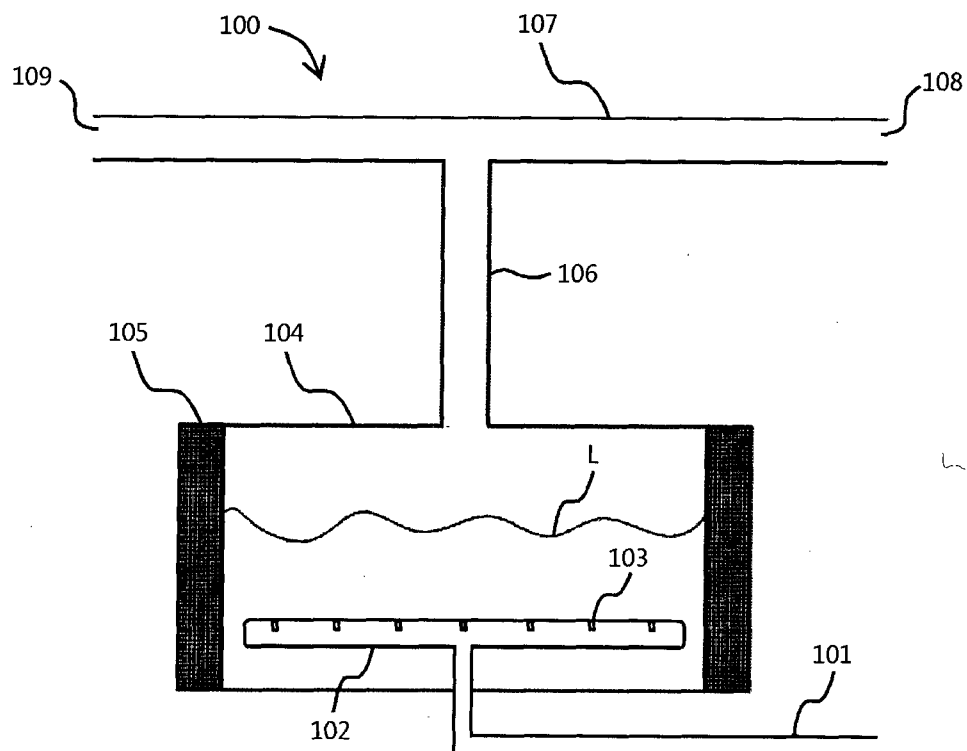
[Fig. 4]



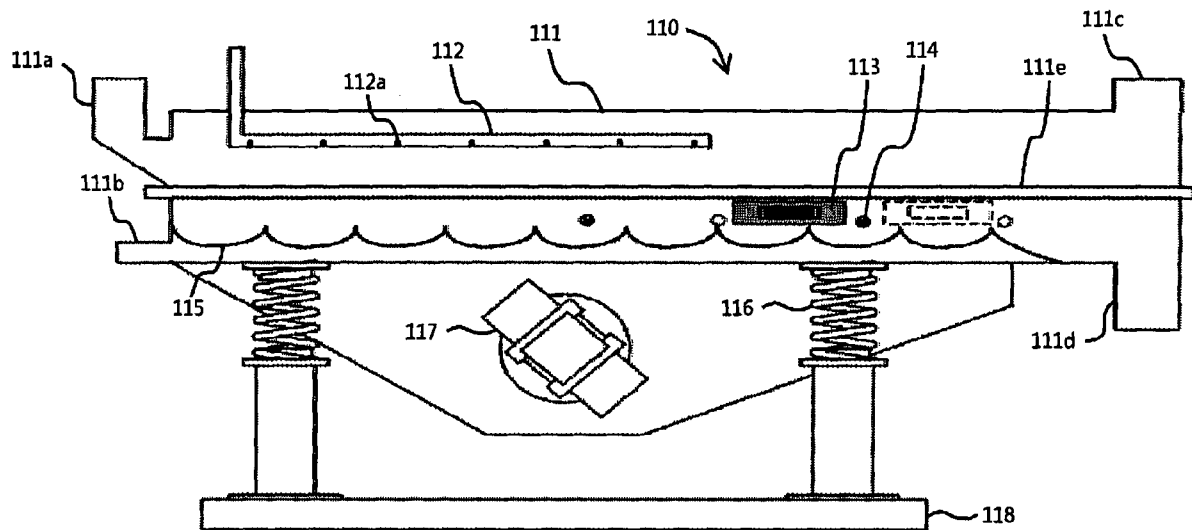
[Fig. 5]



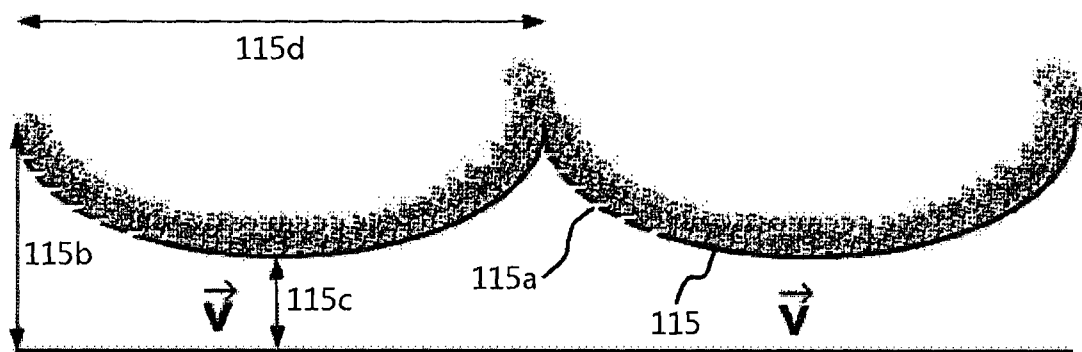
[Fig. 6]



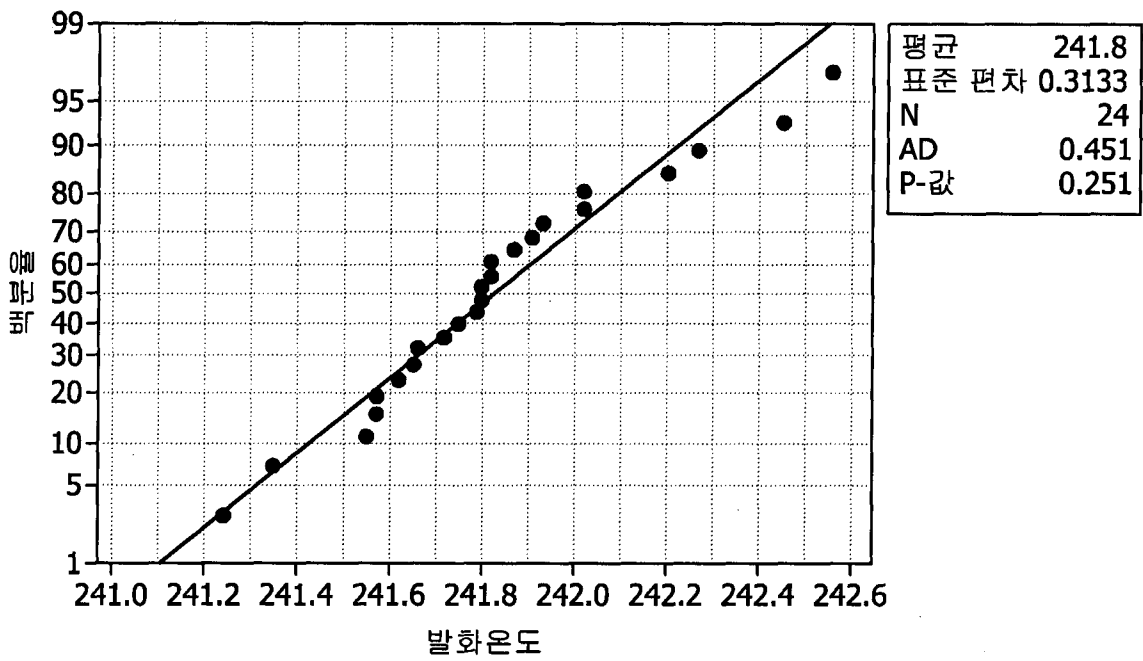
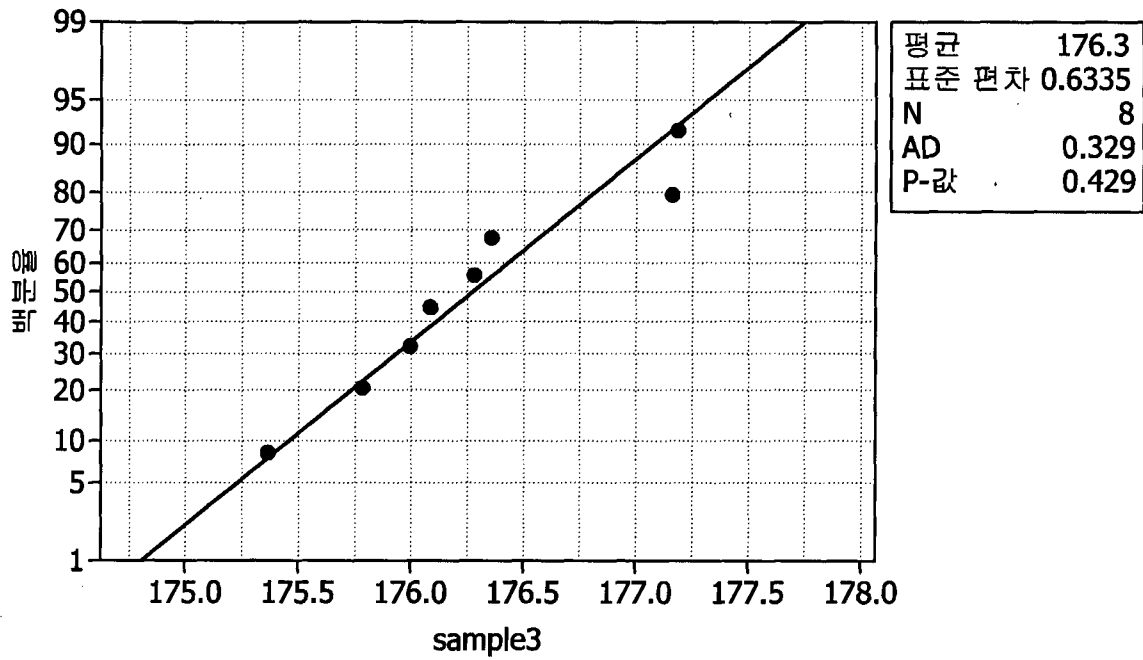
[Fig. 7]



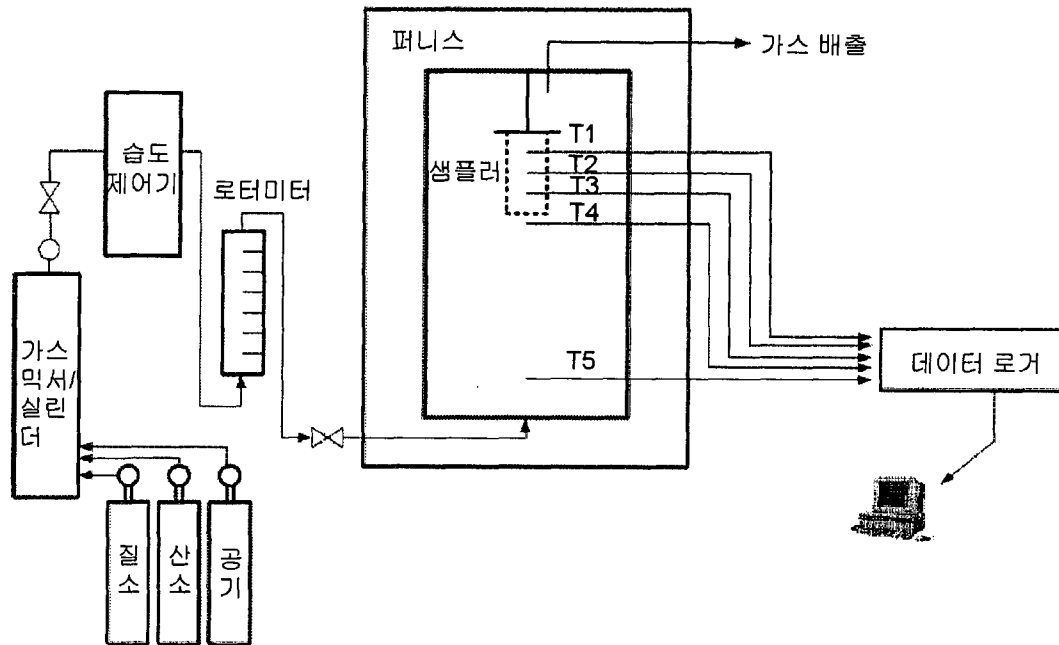
[Fig. 8]



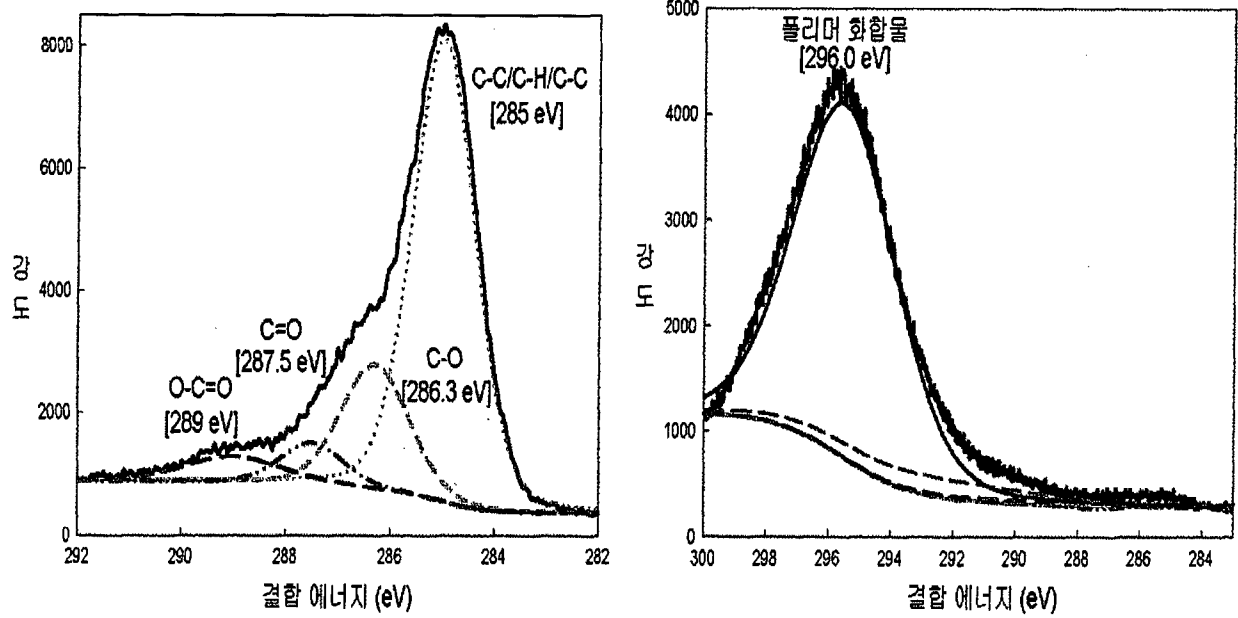
[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2011/007121**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****C10B 57/10(2006.01)i, F26B 15/12(2006.01)i, F26B 3/06(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)

C10B 57/10; C10L 5/00; B02C 17/16; C10L 9/10; B02C 15/00; C10L 5/04; C10L 9/00; C10L 9/08

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: charcoal, vapor, low rank

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	KR 10-1989-0011984 A (JOHN A. SIMMONS) 23 August 1989 See claim 1	1,14 2-13,15-23
A	KR 10-2010-0013463 A (KOREA INSTITUTE OF GEOSCIENCE AND MINERAL RESOURCES(KIGAM)) 10 February 2010 See abstract	1-23
A	KR 10-2011-0015123 A (KOREA INSTITUTE OF GEOSCIENCE AND MINERAL RESOURCES(KIGAM)) 15 February 2011 See abstract	1-23
A	KR 10-2011-0015124 A (KOREA INSTITUTE OF GEOSCIENCE AND MINERAL RESOURCES(KIGAM)) 15 February 2011 See abstract	1-23



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

27 JUNE 2012 (27.06.2012)

Date of mailing of the international search report

28 JUNE 2012 (28.06.2012)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2011/007121

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1989-0011984 A	23.08.1989	NONE	
KR 10-2010-0013463 A	10.02.2010	NONE	
KR 10-2011-0015123 A	15.02.2011	KR 10-1047515 B1 WO 2011-016602 A1	07.07.2011 10.02.2011
KR 10-2011-0015124 A	15.02.2011	KR 10-1089764 B1 WO 2011-016602 A1	07.12.2011 10.02.2011

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C10B 57/10(2006.01)i, F26B 15/12(2006.01)i, F26B 3/06(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C10B 57/10; C10L 5/00; B02C 17/16; C10L 9/10; B02C 15/00; C10L 5/04; C10L 9/00; C10L 9/08

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: 석탄, 유증기, 저등급

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X A	KR 10-1989-0011984 A (존에이시몬스) 1989.08.23 청구항 제1항을 보시오	1, 14 2-13, 15-23
A	KR 10-2010-0013463 A (한국지질자원연구원) 2010.02.10 요약을 보시오	1-23
A	KR 10-2011-0015123 A (한국지질자원연구원) 2011.02.15 요약을 보시오	1-23
A	KR 10-2011-0015124 A (한국지질자원연구원) 2011.02.15 요약을 보시오	1-23

☐ 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

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

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

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

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

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

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

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2012년 06월 27일 (27.06.2012)

국제조사보고서 발송일

2012년 06월 28일 (28.06.2012)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

 대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 82-42-472-7140

심사관

김재중

전화번호 82-42-481-5621



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1989-0011984 A	1989.08.23	없음	
KR 10-2010-0013463 A	2010.02.10	없음	
KR 10-2011-0015123 A	2011.02.15	KR 10-1047515 B1 WO 2011-016602 A1	2011.07.07 2011.02.10
KR 10-2011-0015124 A	2011.02.15	KR 10-1089764 B1 WO 2011-016602 A1	2011.12.07 2011.02.10