



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년07월23일
 (11) 등록번호 10-0972196
 (24) 등록일자 2010년07월19일

(51) Int. Cl.
C21B 11/00 (2006.01) **C21B 13/00** (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2007-0136389
 (22) 출원일자 2007년12월24일
 심사청구일자 2008년04월01일
 (65) 공개번호 10-2009-0068681
 (43) 공개일자 2009년06월29일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP10152710 A*
 KR1020050089835 A*
 US05259865 A1*
 KR1020060047450 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 포스코
 경북 포항시 남구 괴동동 1번지
 (72) 발명자
신명균
 경북 포항시 남구 지곡동 효자그린2차아파트 216동 1302호
김상현
 경북 포항시 남구 지곡동 효자그린2차아파트 234동 1305호
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 25 항

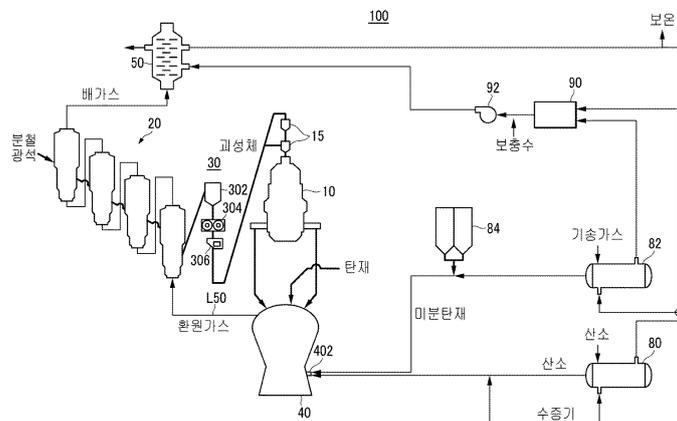
심사관 : 강구환

(54) 용철제조장치 및 용철제조방법

(57) 요약

배가스의 현열을 이용하여 에너지 사용량을 저감할 수 있는 용철제조장치 및 용철제조방법을 제공한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 용철제조방법은, i) 하나 이상의 환원로에서 철광석을 환원시켜 환원철을 제조하는 단계, ii) 탄재 및 환원철을 환원로와 연결된 용융가스화로에 장입하고, 환원철을 용융하여 용철을 제조하는 단계, iii) 환원로에 공급되어 철광석을 환원시키는 환원가스를 제공하는 단계, iv) 환원가스는 환원철을 환원한 후, 환원로부터 배가스로서 배출되는 단계, 및 v) 배가스로 물을 가열하여 증기를 생성하는 단계를 포함한다.

대표도



(72) 발명자

주상훈

경북 포항시 남구 이동 현대홈타운아파트 현대홈타운 103동1205호

박민철

경북 포항시 북구 용흥1동 우방타운 118동 1209호

특허청구의 범위

청구항 1

하나 이상의 환원로에서 철광석을 환원시켜 환원철을 제조하는 단계,
 탄재 및 상기 환원철을 상기 환원로와 연결된 용융가스화로에 장입하고, 상기 환원철을 용융하여 용철을 제조하는 단계,
 상기 환원로에 공급되어 상기 철광석을 환원시키는 환원가스를 제공하는 단계,
 상기 환원가스는 상기 환원철을 환원한 후, 상기 환원로부터 배가스로서 배출되는 단계,
 상기 배가스로 물을 가열하여 증기를 생성하는 단계,
 상기 배가스가 상기 증기를 생성한 후 터빈 구동 가스로 배출되는 단계,
 상기 터빈 구동 가스를 발전기와 연결된 터빈에 공급하는 단계,
 상기 터빈을 회전시켜 상기 발전기로 전기를 생산하는 단계, 및
 상기 터빈으로부터 발생된 배출 가스를 상기 용융가스화로에 공급하는 단계를 포함하는 용철제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 용융가스화로에 산소를 취입하여 상기 탄재를 연소시키는 단계, 및
 상기 산소를 취입하기 전에 상기 증기로 상기 산소를 예열하는 단계를 더 포함하는 용철제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 산소와 함께 미분 탄재를 상기 용융가스화로에 취입하는 단계, 및
 상기 미분 탄재를 이송하는 기송 가스를 상기 증기로 가열하는 단계를 더 포함하는 용철제조방법.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 증기를 상기 산소와 함께 상기 용융가스화로에 취입하는 단계를 더 포함하는 용철제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 용철을 제조하는 단계에서, 상기 탄재는 성형탄을 포함하고,
 상기 성형탄은 분탄을 압축하여 제공되며, 상기 분탄은 상기 증기에 의해 건조되는 용철제조방법.

청구항 6

제2항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 증기가 물로 변환되는 단계를 더 포함하고, 상기 배가스로 물을 가열하여 증기를 생성하는 단계로 상기 물을 이송하는 용철제조방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 터빈 구동 가스의 압력은 1.5bar.g 내지 2.0bar.g인 용철제조방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 배출 가스의 압력은 0.15bar.g 내지 0.2 bar.g인 용철제조방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 증기를 생성하는 단계에서, 상기 증기의 압력은 12bar.g 내지 13bar.g이고, 상기 증기의 온도는 220℃ 내지 280℃인 용철제조방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 배가스로 물을 가열하여 증기를 생성하는 단계에서, 상기 증기를 생성한 후, 상기 배가스의 온도는 200℃ 내지 250℃인 용철제조방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 환원철을 제조하는 단계에서, 상기 하나 이상의 환원로는 유동층형 환원로 및 충전층형 환원로로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상의 환원로인 용철제조방법.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 환원가스를 제공하는 단계에서, 상기 환원가스는 상기 용융가스화로부터 제공되는 용철제조방법.

청구항 15

환원가스에 의해 철광석을 환원시켜 환원철을 제조하는 하나 이상의 환원로,

탄재 및 상기 환원철을 장입하여 용철을 제조하는 용융가스화로,

상기 환원로로부터 배출되는 배가스의 현열을 이용하여 물을 증기로 변환하는 증기 발생기, 및

상기 터빈 및 상기 용융가스화로에 연결되어, 상기 터빈으로부터 발생된 배출 가스를 상기 용융가스화로에 공급하는 배출가스 공급관

을 포함하는 용철제조장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 용융가스화로에 설치되어 상기 용융가스화로에 산소를 취입하는 풍구를 더 포함하고, 상기 산소를 취입하

기 전에 상기 증기로 상기 산소를 예열하는 용철제조장치.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 용융가스화로에 설치되어 상기 용융가스화로에 산소를 취입하는 풍구, 및

상기 풍구를 통하여 상기 용융가스화로에 미분 탄재를 취입하기 위해 상기 미분 탄재를 기송 가스로 이송하는 미분 탄재 공급 장치

를 더 포함하고,

상기 미분 탄재 공급 장치에서, 상기 기송 가스를 상기 증기로 가열하는 용철제조장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 증기는 상기 풍구를 통하여 상기 산소와 함께 상기 용융가스화로에 취입되는 용철제조장치.

청구항 19

제15항에 있어서,

상기 용융가스화로와 연결된 성형탄 제조 장치를 더 포함하고, 상기 탄재는 성형탄을 포함하며, 상기 성형탄 제조 장치는 분탄을 압축하여 성형탄을 제조하고,

상기 성형탄 제조 장치는 상기 분탄을 건조하는 건조 장치를 포함하며, 상기 건조 장치에서 상기 증기에 의해 상기 분탄이 건조되는 용철제조장치.

청구항 20

제15항에 있어서,

상기 증기는 사용 후 물로 변환되고, 상기 증기 발생기와 연결되어 상기 물을 상기 증기 발생기로 공급하는 수조를 더 포함하는 용철제조장치.

청구항 21

제15항에 있어서,

상기 증기 발생기로부터 배출되는 터빈 구동 가스가 공급되는 터빈, 및

상기 터빈과 연결되어 전기를 생산하는 발전기

를 더 포함하는 용철제조장치.

청구항 22

제15항에 있어서,

상기 터빈 구동 가스의 압력은 1.5bar.g 내지 2.0bar.g인 용철제조장치.

청구항 23

삭제

청구항 24

제15항에 있어서,

상기 배출 가스의 압력은 0.15bar.g 내지 0.2 bar.g인 용철제조장치.

청구항 25

제15항에 있어서,

상기 증기 발생기에서 생성되는 상기 증기의 압력은 12bar.g 내지 13bar.g이고, 상기 증기의 온도는 220℃ 내지 280℃인 용철제조장치.

청구항 26

제15항에 있어서,

상기 증기 발생기를 통과한 후, 상기 배가스의 온도는 200℃ 내지 250℃인 용철제조방법.

청구항 27

제15항에 있어서,

상기 하나 이상의 환원로는 유동층형 환원로 및 충전층형 환원로로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상의 환원로인 용철제조장치.

청구항 28

제15항에 있어서,

상기 환원가스는 상기 용융가스화로에서 발생되고, 상기 용융가스화로 및 상기 환원로를 상호 연결하여 상기 환원가스를 상기 환원로에 공급하는 환원가스 공급관을 더 포함하는 용철제조장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 용철제조장치 및 용철제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 배가스의 현열을 이용하여 에너지 사용량을 저감할 수 있는 용철제조장치 및 용철제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 용철 생산을 위한 고로법은 환경 공해 등 많은 문제점을 가지고 있으므로, 고로법을 대체하는 용융환원제철법이 연구되고 있다. 용융환원제철법에서는 연료 및 환원제로서 일반탄을 직접 사용하고, 철원으로는 철광석을 직접 사용하여 용철을 제조한다. 철광석과 일반탄은 용융가스화로에 장입되고, 철광석이 용융되어 용철이 제조된다.

[0003] 용융환원제철법에서는 철광석을 환원시키는 환원로 및 철광석을 용융시키는 용융로를 별도로 제공한다. 따라서 철광석이 환원로에서 환원가스에 의해 환원된 후 용융로에서 용융됨으로써 용철이 제조된다. 환원가스는 용융로에서 발생되어 환원로에서 철광석을 환원시킨 후 외부로 배가스로서 배출된다. 다량의 현열을 포함하는 배가스는 개질된 후 용융가스화로에 공급되어 재사용된다.

발명의 내용

해결하고자하는 과제

[0004] 배가스를 이용해 증기를 발생시킨 후 용철 제조 등에 사용함으로써 에너지 사용량을 저감시키는 용철제조장치를 제공한다.

[0005] 또한, 배가스를 이용해 증기를 발생시킨 후 용철 제조 등에 사용함으로써 에너지 사용량을 저감시키는 용철제조방법을 제공한다.

과제 해결수단

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 용철제조방법은, i) 하나 이상의 환원로에서 철광석을 환원시켜 환원철을 제조하는 단계, ii) 탄재 및 환원철을 환원로와 연결된 용융가스화로에 장입하고, 환원철을 용융하여 용철을 제조하는 단계, iii) 환원로에 공급되어 철광석을 환원시키는 환원가스를 제공하는 단계, iv) 환원가스는 환원철을 환원한

후, 환원로로부터 배가스로서 배출되는 단계, 및 v) 배가스로 물을 가열하여 증기를 생성하는 단계를 포함한다.

- [0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 용철제조방법은, 용융가스화로에 산소를 취입하여 탄재를 연소시키는 단계, 및 산소를 취입하기 전에 증기로 산소를 예열하는 단계를 더 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 용철제조방법은, 산소와 함께 미분 탄재를 용융가스화로에 취입하는 단계, 및 미분 탄재를 이송하는 기송 가스를 증기로 가열하는 단계를 더 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 용철제조방법은 증기를 산소와 함께 용융가스화로에 취입하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0008] 용철을 제조하는 단계에서, 탄재는 성형탄을 포함하고, 성형탄은 분탄을 압축하여 제공되며, 분탄은 증기에 의해 건조될 수 있다.
- [0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 용철제조방법은 증기가 물로 변환되는 단계를 더 포함하고, 배가스로 물을 가열하여 증기를 생성하는 단계로 물을 이송할 수 있다.
- [0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 용철제조방법은, i) 배가스가 증기를 생성한 후 터빈 구동 가스로 배출되는 단계, ii) 터빈 구동 가스를 발전기와 연결된 터빈에 공급하는 단계, 및 iii) 터빈을 회전시켜 발전기로부터 전기를 생산하는 단계를 더 포함할 수 있다. 터빈 구동 가스의 압력은 1.5bar.g 내지 2.0bar.g일 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 용철제조방법은, 터빈으로부터 발생된 배출 가스를 용융가스화로에 공급하는 단계를 더 포함할 수 있다. 배출 가스의 압력은 0.15bar.g 내지 0.2 bar.g일 수 있다.
- [0011] 증기를 생성하는 단계에서, 증기의 압력은 12bar.g 내지 13bar.g이고, 증기의 온도는 220℃ 내지 280℃일 수 있다. 배가스로 물을 가열하여 증기를 생성하는 단계에서, 증기를 생성한 후, 배가스의 온도는 200℃ 내지 250℃일 수 있다. 환원철을 제조하는 단계에서, 하나 이상의 환원로는 유동층형 환원로 및 충전층형 환원로로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상의 환원로일 수 있다. 환원가스를 제공하는 단계에서, 환원가스는 용융가스화로로부터 제공될 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 용철제조장치는, i) 환원가스에 의해 철광석을 환원시켜 환원철을 제조하는 하나 이상의 환원로, ii) 탄재 및 환원철을 장입하여 용철을 제조하는 용융가스화로, 및 iii) 환원로로부터 배출되는 배가스의 현열을 이용하여 물을 증기로 변환하는 증기 발생기를 포함한다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 용철제조장치는 용융가스화로에 설치되어 용융가스화로에 산소를 취입하는 풍구를 더 포함하고, 산소를 취입하기 전에 증기로 산소를 예열할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 용철제조장치는, i) 용융가스화로에 설치되어 용융가스화로에 산소를 취입하는 풍구, 및 ii) 풍구를 통하여 용융가스화로에 미분 탄재를 취입하기 위해 미분 탄재를 기송 가스로 이송하는 미분 탄재 공급 장치를 더 포함할 수 있다. 미분 탄재 공급 장치에서, 기송 가스를 증기로 가열할 수 있다. 증기는 풍구를 통하여 산소와 함께 용융가스화로에 취입될 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 용철제조장치는 용융가스화로와 연결된 성형탄 제조 장치를 더 포함하고, 탄재는 성형탄을 포함하며, 성형탄 제조 장치는 분탄을 압축하여 성형탄을 제조하고, 성형탄 제조 장치는 분탄을 건조하는 건조 장치를 포함하며, 건조 장치에서 증기에 의해 분탄이 건조될 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 용철제조장치는 증기 발생기와 연결되어 물을 증기 발생기로 공급하는 수조를 더 포함하고, 증기는 사용 후 물로 변환될 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 용철제조장치는, 증기 발생기로부터 배출되는 터빈 구동 가스가 공급되는 터빈, 및 터빈과 연결되어 전기를 생산하는 발전기를 더 포함할 수 있다. 터빈 구동 가스의 압력은 1.5bar.g 내지 2.0bar.g일 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 용철제조장치는, 터빈 및 용융가스화로에 연결되어, 터빈으로부터 발생된 배출 가스를 용융가스화로에 공급하는 배출가스 공급관을 더 포함할 수 있다. 배출 가스의 압력은 0.15bar.g 내지 0.2 bar.g일 수 있다. 증기 발생기에서 생성되는 증기의 압력은 12bar.g 내지 13bar.g이고, 증기의 온도는 220℃ 내지 280℃일 수 있다. 증기 발생기를 통과한 후, 배가스의 온도는 200℃ 내지 250℃일 수 있다.
- [0018] 하나 이상의 환원로는 유동층형 환원로 및 충전층형 환원로로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상의 환원로일 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 용철제조장치는, 용융가스화로 및 환원로를 상호 연결하여 환원가스를 환원로에 공급하는 환원가스 공급관을 더 포함하고, 환원가스는 용융가스화로에서 발생될 수 있다.

효 과

[0019] 배가스의 현열을 이용하여 발생시킨 증기를 용융가스화로에 투입하여 용철 생산 능력을 향상시킬 수 있다. 또한, 증기를 이용하여 용융가스화로에 투입하는 산소를 예열함으로써 용융가스화로 내부의 화베드의 연소성을 향상시킬 수 있다. 그리고 증기를 기송 가스를 예열함으로써 미분 탄재의 이송 효율을 증가시킬 수 있다. 또한, 터빈 구동 가스를 이용하여 터빈을 구동함으로써 전기를 생산할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0020] 제1, 제2 및 제3 등의 용어들은 다양한 부분, 성분, 영역, 층 및/또는 섹션들을 설명하기 위해 사용되나 이들에 한정되지 않는 것을 이해할 수 있다. 이들 용어들은 어느 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션을 다른 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션과 구별하기 위해서만 사용된다. 따라서, 이하에서 서술하는 제1 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션은 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 범위내에서 제2 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션으로 언급될 수 있다.

[0021] 여기서 사용되는 전문용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.

[0022] 다르게 정의하지는 않았지만, 여기에 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 보통 사용되는 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는 한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0023] 이하에서는 도 1 내지 도 6을 통하여 본 발명의 실시예를 좀더 상세하게 설명한다. 이러한 실시예는 단지 본 발명을 예시하기 위한 것이며, 본 발명이 여기에 한정되는 것은 아니다.

[0024] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 용철제조장치(100)를 개략적으로 나타낸다. 용철제조장치(100)의 구조는 단지 본 발명을 예시하기 위한 것이며, 본 발명이 여기에 한정되는 것은 아니다.

[0025] 도 1에 도시한 바와 같이, 용철제조장치(100)는, 환원로(20), 용융가스화로(40), 및 증기 발생기(50)를 포함한다. 이외에, 용철제조장치(100)는 저장조(10), 괴성체 제조 장치(30), 열교환기(80, 82), 및 수조(90)를 더 포함할 수 있다. 환원로(20)는 복수의 유동층형 환원로들을 포함한다. 각 유동층형 환원로 내부에는 유동층이 형성되어 환원로(20)에 유입되는 분철광석을 유동 환원시킨다. 환원가스 공급관(L50)은 환원로(20)와 용융가스화로(40)를 상호 연결하여 용융가스화로(40)에서 발생한 환원가스를 환원로(20)에 공급한다. 이와는 달리 별도의 환원가스, 예를 들면 액화천연가스(liquid natural gas, LNG)를 바로 환원로(20)에 투입할 수도 있다.

[0026] 환원로(20)에서 환원된 분철광석은 괴성체 제조 장치(30)에 공급되어 괴성체로 제조된다. 환원된 분철광석을 용융가스화로(40)에 바로 장입하는 경우, 용융가스화로(40)의 통기성이 악화되어 용융가스화로(40)가 폭발할 수 있다. 따라서 괴성체 제조 장치(30)에 의해 분철광석을 괴성화한 후 용융가스화로(40)에 장입한다.

[0027] 괴성체 제조 장치(30)는 환원철 호퍼(302), 성형롤(304) 및 파쇄기(306)를 포함한다. 환원철은 환원철 호퍼(302)에 저장되어 성형롤(304)에 공급된다. 성형롤(304)은 환원철을 압축하여 스트립 형태의 괴성체를 제조한다. 괴성체는 파쇄기(306)에 의해 작은 크기로 파쇄된 후 저장조(10)에 공급된다. 괴성체 제조 장치(30) 및 저장조(10)의 사이에는 고온 균배압 장치(15)를 설치하여 괴성체 제조 장치(30) 및 저장조(10)간의 압력을 조절함으로써 괴성체를 괴성체 제조 장치(30)로부터 저장조(10)로 원활하게 이송한다.

[0028] 도 1에 도시한 바와 같이, 저장조(10)에 장입된 괴성체는 용융가스화로(40)에 장입된다. 한편, 탄재가 용융가스화로(40)에 공급되어 용융가스화로(40) 내부에 화베드를 형성한다. 여기서, 탄재는 카본을 포함하는 모든 물질을 의미한다. 석탄 또는 코크스 등을 모두 탄재라고 할 수 있다. 용융가스화로(40) 내부의 통기성을 확보하기 위하여 탄재는 소정의 크기를 가져야 한다. 따라서 괴상 석탄이나 성형탄을 탄재로서 사용할 수 있다.

[0029] 도 1에 도시한 바와 같이, 용융가스화로(40)에는 풍구(402)가 설치된다. 풍구(402)를 통해 용융가스화로(40)에 산소를 투입하여 용융가스화로(40) 내에 형성된 화베드를 연소시킨다. 화베드가 연소되면서 연소열에 의해 환원철이 용융된다. 용융된 환원철은 용철로서 외부에 배출된다.

[0030] 도 1에 도시한 바와 같이, 환원로(20)를 통과하면서 철광석을 환원시킨 환원가스는 배가스로 배출된다. 배출된

배가스는 증기 발생기(50)에 유입된다. 배가스의 온도가 상당히 높으므로, 증기 발생기(50) 내에서 배가스는 물과 간접 접촉하면서 현열을 물에 전달한다. 온도가 350℃ 내지 400℃인 배가스는 다량의 현열을 포함하므로, 물을 증기로 변환시킨다. 배가스는 200℃ 내지 250℃로 냉각되어 배출된다. 증기 발생기(50)로부터 배출되는 배가스의 온도가 200℃ 미만인 경우, 배가스의 현열이 너무 적어 배가스의 재사용이 어렵다. 또한, 증기 발생기(50)로부터 배출되는 배가스의 온도가 250℃를 넘는 경우, 증기 발생기(50)가 충분히 배가스의 현열을 이용하지 못하여 에너지 손실이 크다.

[0031] 생성된 증기의 압력은 12bar.g 내지 13bar.g일 수 있다. 증기의 압력이 12bar.g 미만인 경우, 이송 중의 압력 손실로 제1 열교환기(80) 및 제2 열교환기(82)에 충분한 열량을 공급하지 못한다. 반대로, 증기의 압력이 13bar.g을 넘는 경우, 고압으로 인해 증기 발생기(50) 및 주변 배관이 폭발할 위험이 있다. 따라서 전술한 범위로 증기의 압력을 유지한다.

[0032] 한편, 증기의 온도는 220℃ 내지 280℃일 수 있다. 증기의 온도가 220℃ 미만인 경우, 이송중의 열손실로 인해 제1 열교환기(80) 및 제2 열교환기(82)에 충분한 열량을 공급하지 못한다. 또한, 증기의 온도가 280℃를 넘는 경우, 증기 발생기(50) 및 주변 배관이 큰 열부하를 받아 손상될 수 있다.

[0033] 증기는 증기발생기(50)에서 생성되어 제1 열교환기(80)에 공급된다. 증기는 보온이 필요한 곳에 공급되어 사용될 수도 있다. 제1 열교환기(80)에는 증기로 예열되는 산소가 공급된다. 증기에 의해 산소는, 예를 들면, 200℃ 정도로 예열될 수 있다. 예열된 산소는 풍구(402)를 통하여 용융가스화로(40)에 취입된다. 산소를 취입하기 전에 예열하므로, 산소의 현열에 의해 용융가스화로(40) 내의 화베드가 연소되어 연소에너지가 증가한다. 따라서 용융가스화로(40)에 장입되는 탄재의 양을 저감할 수 있다.

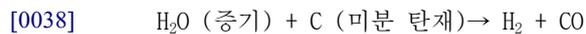
[0034] 한편, 도 1에 도시한 바와 같이, 증기는 제2 열교환기(82)에도 공급된다. 제2 열교환기(82)에 공급된 증기는 호퍼(84)로부터 공급되는 미분 탄재를 기송하는 기송 가스를 가열한다. 예를 들면, 기송가스는 200℃ 정도로 가열될 수 있다. 따라서 미분 탄재는 예열된 기송 가스에 의해 풍구(402)를 통해 용융가스화로(40)에 취입된다. 미분 탄재가 수분을 함유하는 경우, 풍구(402)에서 미분탄이 고착되는 문제가 발생할 수 있다. 그러나 예열된 기송 가스로 미분 탄재를 이송하므로, 미분 탄재를 이송하면서 미분 탄재에 함유된 수분을 제거하면서 미분 탄재의 취입량을 증가시킬 수 있다. 따라서 미분 탄재가 풍구(402)에 잘 고착되지 않으며, 용융가스화로(40)의 열효율을 향상시킬 수 있다. 또한, 미분 탄재의 연소 효율이 증가하며, 미분 탄재의 연소 에너지가 증가하여 용융가스화로(40)에 장입되는 탄재의 사용량을 저감시킬 수 있다.

[0035] 제2 열교환기(82)를 통과한 증기는 기송 가스에 의해 냉각되어 물로 변환된다. 물은 재순환되어 수조(90)에 저장된다. 물은 수조(90)로부터 급수 펌프(92)에 의해 증기 발생기(50)에 공급된다. 증기가 용융가스화로(40)에 취입되거나 설비 보온에 사용되는 경우, 물이 손실된다. 따라서 보충수를 공급하여 물의 양을 보충할 수 있다.

[0036] 전술한 방법을 이용하여 증기발생기(50)에서 생성한 증기를 재사용한다. 배가스를 외부로 배출시켜 버리는 것보다는 증기발생기(50)를 이용해 그 현열을 회수해 재사용함으로써 용철제조장치(100)의 에너지 사용량을 저감시킬 수 있다. 즉, 증기를 사용함으로써 용철 1톤당 탄재 사용량을 약 19kg 정도 줄일 수 있다.

[0037] 도 1에 도시한 바와 같이, 수증기는 산소와 함께 풍구(402)를 통하여 용융가스화로(40)에 취입될 수 있다. 수증기는 하기의 화학식 1과 같이 미분 탄재와 반응하여 수소 및 일산화탄소를 발생시킨다.

화학식 1



[0039] 여기서, 수소 및 일산화탄소는 모두 철광석을 환원시킬 수 있는 환원가스로 기능한다. 따라서 용융가스화로에서 발생하는 환원가스의 양을 증가시킬 수 있으므로, 연료비를 크게 절감할 수 있다.

[0040] 전술한 화학식 1은 흡열 반응이므로, 취입되는 산소에 의해 고온 연소 영역의 온도가 과도하게 상승하는 것을 방지하여 노열이 제어된다. 따라서 연소 영역을 통과하는 용철의 온도가 지나치게 상승하는 것을 방지하고, SiO₂ 가스 휘발량이 증대하여 용철내 Si 용해량이 과도하게 증가하는 것을 방지할 수 있다.

[0041] 도 2는 본 발명의 제2 실시예에 따른 용철제조장치(200)를 개략적으로 나타낸다. 도 2의 용철제조장치(200)의 구조는 도 1의 용철제조장치(100)의 구조와 유사하므로, 동일한 부분에는 동일한 도면 부호를 사용하며 그 상세한 설명을 생략한다.

- [0042] 도 2에 도시한 바와 같이, 용융가스화로(40)에는 탄재로서 성형탄이 공급된다. 분탄은 분탄 건조 장치(70)를 통하여 건조된 후 호퍼(74)에 저장된다. 분탄은 호퍼(74)로부터 한 쌍의 롤(72)에 공급되어 압축됨으로써 성형탄으로 제조된다. 소정 크기를 가진 성형탄이 용융가스화로(40)에 공급되므로 용융가스화로(40)의 통기성을 확보할 수 있다.
- [0043] 한편, 증기 발생기(50)에서 발생된 증기는 분탄 건조 장치(70)에 공급되어 분탄을 건조시킨다. 분탄을 건조한 후, 증기는 물로 변환되어 수조(90)에 저장된다. 전술한 바와 같은 방법으로, 분탄을 사전 건조함으로써 강도가 우수한 성형탄을 제조할 수 있다. 또한, 연료 가스를 사용하여 분탄을 건조하지 않고, 증기로 분탄을 건조시키므로, 에너지 사용량을 크게 줄일 수 있다. 수분을 포함하는 분탄으로 성형탄을 제조하는 경우, 성형탄이 죽탄처럼 될 수 있지만, 전술한 방법을 이용하면 강도가 우수한 성형탄을 제조할 수 있다. 이 경우, 용철 1톤당 약 34Mcal의 에너지를 절감할 수 있다.
- [0044] 도 3은 본 발명의 제3 실시예에 따른 용철제조장치(300)를 개략적으로 나타낸다. 도 3의 용철제조장치(300)의 구조는 도 1의 용철제조장치(100)의 구조와 유사하므로, 동일한 부분에는 동일한 도면 부호를 사용하며 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0045] 도 3에 도시한 바와 같이, 용철제조장치(300)에서는 유동층형 환원로(20)와 함께 충전층형 환원로(13)를 사용한다. 따라서 유동층형 환원로(20)를 이용하여 분철광석을 환원시키고, 충전층형 환원로(13)를 이용하여 괴철광석을 환원시킬 수 있다. 분철광석은 유동층형 환원로(20)를 거쳐서 충전층형 환원로(13)에서 다시 환원된다. 따라서 유동층형 환원로(20)에서의 분철광석의 환원률이 그다지 높을 필요가 없다. 따라서 적은 양의 환원가스를 용융가스화로(40)로부터 유동층형 환원로(20)에 공급해도 무방하다. 환원가스는 괴철광석 및 분철광석을 환원시키기 위하여 충전층형 환원로(13)에도 공급된다.
- [0046] 용융가스화로(40)로부터 배출되는 환원가스는 제1 사이클론(42)을 통과한다. 이 경우, 더스트는 환원가스와 분리되어 용융가스화로(40)로 리턴되고, 환원가스는 충전층형 환원로(13) 및 유동층형 환원로(20)에 공급된다. 환원가스 일부는 제1 필터(68)를 통과한다. 제1 필터(68)는 환원가스에 포함된 더스트를 제거한다. 다음으로, 환원가스가 제1 수집진기(69)를 통과하면서 냉각되고, 제1 승압기(62) 및 이산화탄소 제거기(60)를 통과한다. 환원가스가 이산화탄소 제거기(60)를 통과하면서 환원에 나쁜 영향을 주는 이산화탄소가 환원가스로부터 제거된다. 따라서 환원력이 향상된 환원가스를 용융가스화로(40)에 다시 공급한다.
- [0047] 한편, 제1 필터(68)를 통과한 환원가스를 바이패스시켜 제2 수집진기(66)로 냉각시킨 후 제2 승압기(64)로 압력을 높여서 용융가스화로(40)에 공급할 수도 있다. 이 경우, 환원가스로부터 더스트를 제거하였으므로, 더스트의 고착으로 인한 고장이 발생하지 않는다.
- [0048] 한편, 충전층형 환원로(13)에 공급된 환원가스는 충전층형 환원로(13)로부터 나와 제2 사이클론(12)을 통과한다. 환원가스에 포함된 더스트는 중력에 의해 제2 사이클론(12)에 의해 포집되어 충전층형 환원로(13)로 리턴된다. 더스트 등이 제거된 환원가스는 제3 수집진기(14)를 통과한 후, 제1 승압기(62) 및 이산화탄소 제거기(60)로 이송된다.
- [0049] 한편, 도 3에 도시한 바와 같이, 증기 발생기(50)를 통과하면서 물을 증기로 변환시킨 배가스는 그 온도가 낮아지면서 터빈 구동 가스가 된다. 터빈 구동 가스가 더스트를 포함하는 경우, 더스트가 고속으로 회전하는 터빈(56)에 충돌하여 터빈(56)을 손상시킬 수 있다. 따라서 제2 필터(52)를 이용하여 터빈 구동 가스에 포함된 더스트를 제거하고, 제4 수집진기(54)를 이용하여 냉각시킨다.
- [0050] 전술한 방법을 거친 후, 터빈 구동 가스는 터빈(56)에 공급된다. 이 경우, 터빈 구동 가스의 압력은 1.5bar.g 내지 2.0bar.g일 수 있다. 터빈 구동 가스의 압력이 1.5bar.g 미만인 경우, 터빈(56)을 원하는 전기 생산에 필요한 회전 속도, 예를 들면 3600rpm으로 회전시킬 수 없다. 반대로, 터빈 구동 가스의 압력이 2.0bar.g 보다 큰 경우, 터빈(56)이 급속하게 회전되므로 그 회전 속도를 제어하기가 어렵다. 따라서 터빈 구동 가스가 전술한 압력 범위를 가지도록 조절한다.
- [0051] 터빈 구동 가스는 터빈(56)에 유입되면서 팽창한다. 따라서 터빈 구동 가스가 가진 운동에너지가 터빈(56)에 전달되면서 터빈(56)이 회전하고, 터빈(56)과 동축으로 연결된 발전기(58)도 같이 회전한다. 그 결과, 발전기(58)로부터 전기를 생산할 수 있다. 예를 들면, 용철 1톤당 약 22kW의 전기를 생산할 수 있다. 터빈 구동 가스는 터빈(56)을 회전시킨 후 배출 가스로서 외부로 배출된다. 배출 가스의 압력은 0.15bar.g 내지 0.2 bar.g 일 수 있다. 배출 가스의 압력이 0.15bar.g 미만인 경우, 그 압력이 너무 낮아서 환원가스로 재사용하기가 곤란하다. 반대로, 배출 가스의 압력이 0.2bar.g보다 큰 경우, 그 압력이 너무 높아서 후속 장치에 큰 부하가 걸

릴 수 있다.

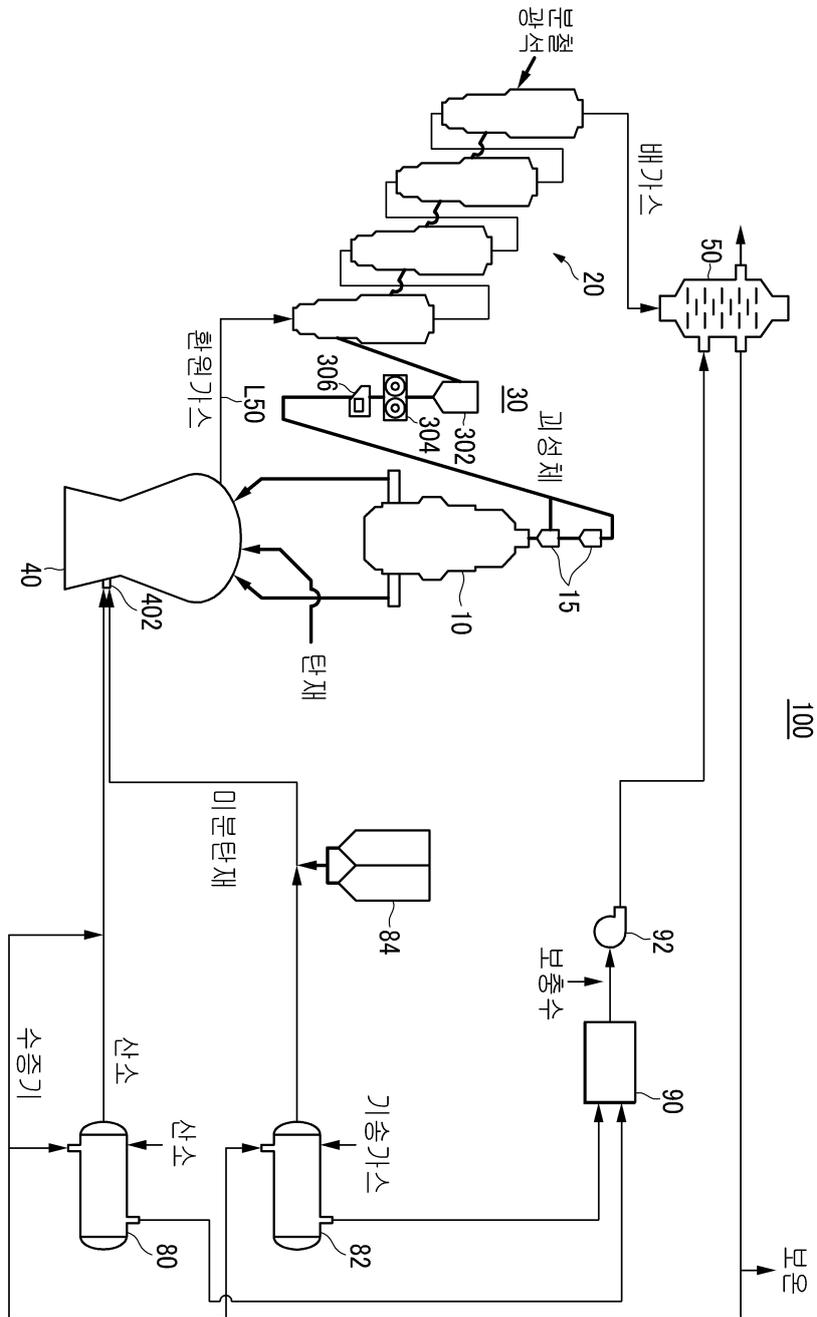
- [0052] 배출 가스 중 일부는 외부로 배기되고, 나머지 일부는 이산화탄소 제거기(60)로 이송되어 그 내부에 포함된 이산화탄소를 제거함으로써 개질된다. 배출 가스로부터 이산화탄소가 제거된 후, 배출 가스는 다시 용융가스화로(40)로 이송되어 환원가스로 사용된다.
- [0053] 도 4는 본 발명의 제4 실시예에 따른 용철제조장치(400)를 개략적으로 나타낸다. 본 발명의 제4 실시예에 따른 용철제조장치(400)의 구조는 도 1 내지 도 3의 용철제조장치(100, 200, 300)를 전부 합한 구조와 유사하다. 따라서 동일한 부분에는 동일한 도면 부호를 사용하며 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0054] 도 4에 도시한 바와 같이, 용철제조장치(400)는 제1 열교환기(80), 제2 열교환기(82), 및 제3 열교환기(83), 증기 발생기(50), 수조(90), 유동층형 환원로(20), 용융가스화로(40), 터빈(56), 및 발전기(58) 등을 포함한다. 증기 발생기(50)에서 발생한 증기는 제1 열교환기(80)로 보내져서 풍구(402)에 공급되는 산소를 예열한다. 또한, 증기는 제2 열교환기(82)로 이송되어 기송가스를 예열함으로써 미분 탄재를 기송가스로 이송하는 경우, 미분 탄재의 연소 효율을 높인다. 그리고 증기는 제3 열교환기(83)로 이송되어 성형탄 건조에 사용되는 분탄을 건조할 수 있다. 사용된 증기는 물로 응축되어 수조(90)로 회수되고, 다시 급수 펌프(92)에 의해 증기 발생기(50)로 이송된다.
- [0055] 한편, 증기를 물로 변환시킨 배가스는 터빈구동가스로 되어 터빈(56)을 구동시킴으로써 발전기(58)에서 전기를 생산할 수 있다. 터빈(56)에서 배출된 배출 가스는 용융가스화로(40)에 공급되어 환원가스로 다시 사용된다.
- [0056] 도 5는 본 발명의 제5 실시예에 따른 용철제조장치(500)를 개략적으로 나타낸다. 본 발명의 제5 실시예에 따른 용철제조장치(500)는 도 4의 용철제조장치(400)와 유사하다. 따라서 동일한 부분에는 동일한 도면 부호를 사용하며 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0057] 도 5에 도시한 바와 같이, 유동층형 환원로를 사용하지 않고 충전층형 환원로(13)만 사용하여 용철을 제조할 수 있다. 환원가스는 환원가스 공급관(L52)을 통하여 용융가스화로(40)로부터 충전층형 환원로(13)에 공급된다. 충전층형 환원로(13)에는 펠렛 등의 철광석이 장입되어 환원된 후 용융가스화로(40)로 이송된다. 용융가스화로(40)에는 성형탄이 장입되어 화베드를 형성하고, 화베드가 연소되어 철광석을 용융시킴으로써 용철을 제조한다.
- [0058] 본 발명을 앞서 기재한 바에 따라 설명하였지만, 다음에 기재하는 특허청구범위의 개념과 범위를 벗어나지 않는 한, 다양한 수정 및 변형이 가능하다는 것을 본 발명이 속하는 기술 분야에 종사하는 자들은 쉽게 이해할 것이다.

도면의 간단한 설명

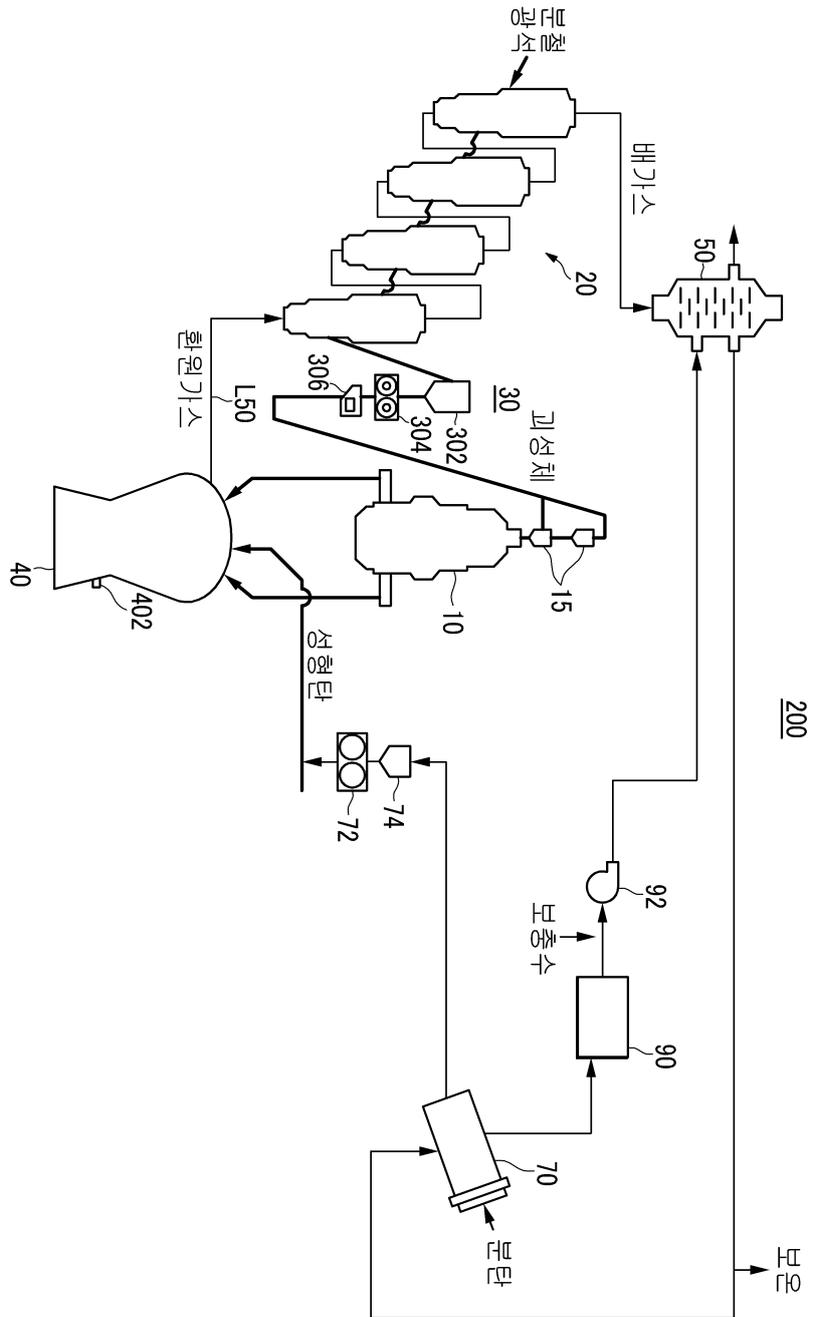
- [0059] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 용철제조장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0060] 도 2는 본 발명의 제2 실시예에 따른 용철제조장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0061] 도 3은 본 발명의 제3 실시예에 따른 용철제조장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0062] 도 4는 본 발명의 제4 실시예에 따른 용철제조장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0063] 도 5는 본 발명의 제5 실시예에 따른 용철제조장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도면

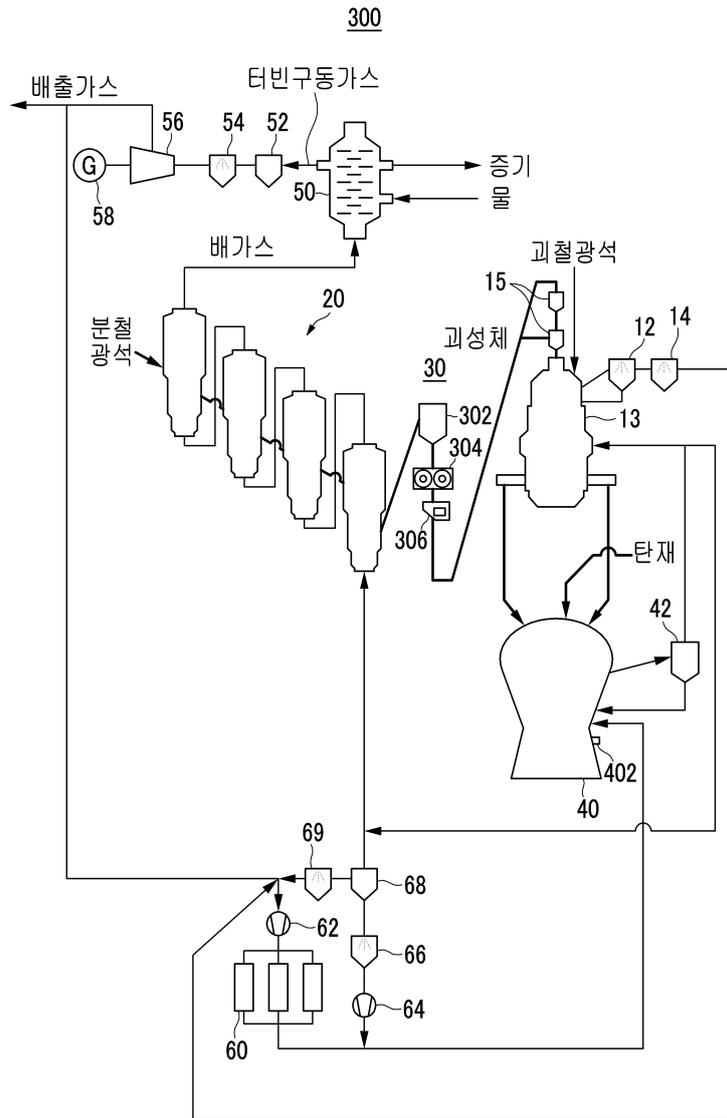
도면1



도면2



도면3



도면5

