



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0102746
(43) 공개일자 2012년09월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) *F01K 17/04* (2006.01) *F01K 23/06* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-7017539

(22) 출원일자(국제) 2010년11월29일
심사청구일자 2012년07월05일

(85) 번역문제출일자 2012년07월05일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2010/068425

(87) 국제공개번호 WO 2011/069857
국제공개일자 2011년06월16일

(30) 우선권주장
09178397.7 2009년12월08일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
알스톰 테크놀러지 리미티드
스위스 5400 바덴 브라운 보베리 슈트라세 7

(72) 발명자
원쑨 스타판
스위스 체하-5610 볼렌 루멜링 37
리 홍타오
스위스 체하-5300 툴기 노이매트리스트라쎄 19
콘테 엔리코
스위스 체하-8700 쿠에스나흐트 오베레 부루엘스
트라쎄 13

(74) 대리인
장호

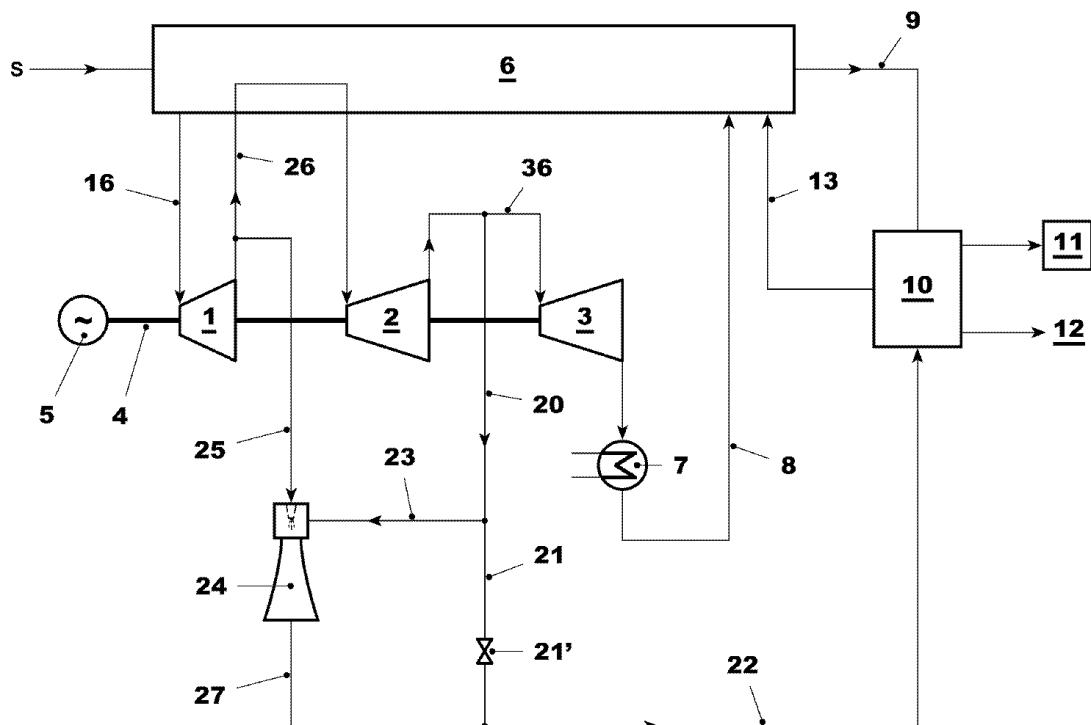
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 CO_2 포획을 위한 발전소 및 그와 같은 발전소의 작동 방법

(57) 요약

전기 에너지를 발생시키기 위한 화석 연료 화력 발전소는 수증기 사이클과 발전소에서 방출되는 배기 가스로부터 CO_2 를 포획하기 위한 플랜트(10) 및 상기 발전소의 저-압력 또는 중간-압력 추출 지점으로부터의 입력 증기 흐름을 수용하고 또한 그 압력을 증가시키도록 구성 및 배열되는 증기 제트 배출기(24)를 포함한다. 상기 발전소는 또한 상기 발전소의 추가의 추출 지점으로부터의 구동 증기(25)를 수용하도록 배열된다. 증기 라인(27, 22)은 압력이 증가된 증기를 상기 증기 제트 배출기(24)로부터 상기 CO_2 포획 플랜트(10)로 향하게 한다. 본 발명에 따른 발전소는 상기 CO_2 포획 플랜트(10)를 작동시키기 위해 저-압력 증기의 사용을 허용하며, 그와 같은 증기의 추출은 상기 발전소의 전체 효율면에 있어서 종래 상태의 발전소에서보다 약 영향을 적게 미친다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

발전소(power plant)에서 방출되는 배기 가스로부터 CO₂를 포획하기 위한 플랜트(10) 및 수증기 사이클을 포함하는 전기 에너지를 발생시키기 위한 화석 연료 화력 발전소에 있어서,

상기 발전소는 증기 라인(20, 30, 40, 23)을 통해 상기 발전소의 상기 수증기 사이클로부터 추출되는 입력 증기(input steam) 흐름을 수용하고, 증기 라인(25, 31, 41)을 통해 상기 수증기 사이클로부터 추출된 구동 증기(motive steam) 흐름을 수용하고, 또한 상기 입력 증기 흐름의 압력을 증가시키도록 구성 및 배열되는 증기 제트 배출기(24)를 포함하며, 상기 발전소는 상기 증기 제트 배출기(24)로부터 상기 CO₂ 포획 플랜트(10)로 안내되는 출력 증기(output steam) 흐름을 위한 라인(27, 22)을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 화석 연료 화력 발전소.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 수증기 사이클로부터 추출된 상기 입력 증기 흐름을 위한 상기 증기 라인(20, 30, 40, 23)은 상기 발전소의 중간-압력 증기 터빈(2)의 추출 지점으로부터 또는 상기 중간-압력 증기 터빈(2)의 추출 지점의 하류에 위치한 상기 수증기 사이클의 지점으로부터 안내되는 것을 특징으로 하는 화석 연료 화력 발전소.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 발전소는 상기 중간-압력 증기 터빈(2)과 저-압력 증기 터빈(3) 사이의 교차(cross-over) 라인(36)으로부터 상기 증기 제트 배출기(24)로 안내되는 상기 증기 라인(20, 23)을 포함하는 것을 특징으로 하는 화석 연료 화력 발전소.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 발전소는 저-압력 증기 터빈(3)으로부터 상기 증기 제트 배출기(24)로 안내되는 상기 증기 라인(30, 23)을 포함하는 것을 특징으로 하는 화석 연료 화력 발전소.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 발전소는 저-압력 증기 터빈(3)과 콘덴서(7) 사이의 배기 증기 라인으로부터 상기 증기 제트 배출기(24)로 안내되는 상기 증기 라인(40, 23)을 포함하는 것을 특징으로 하는 화석 연료 화력 발전소.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 발전소는 고-압력 증기 터빈(1)과 상기 중간-압력 증기 터빈(2) 사이의 재열(reheat) 라인(26)으로부터 상기 증기 제트 배출기(24)로 안내되는 구동 증기를 위한 증기 라인(25, 31)을 포함하는 것을 특징으로 하는 화석 연료 화력 발전소.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 구동 증기를 위한 상기 증기 라인(25)은 상기 고-압력 증기 터빈(1)으로부터 보일러 또는 열회수 증기 발생기(6)로 안내되는 상기 재열 라인(26)으로부터 상기 증기 제트 배출기(24)로 안내되는 것을 특징으로 하는 화석 연료 화력 발전소.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 구동 증기를 위한 상기 증기 라인(31)은 보일러 또는 열회수 증기 발생기(6)로부터 상기 중간-압력 증기 터빈(2)으로 안내되는 상기 재열 라인(26)으로부터 상기 증기 제트 배출기(24)로 안내되는 것을 특징으로 하는 화석 연료 화력 발전소.

청구항 9

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 발전소는 상기 중간-압력 증기 터빈(2)으로부터 상기 증기 제트 배출기(24)로 안내되는 구동 증기를 위한 증기 라인(41)을 포함하는 것을 특징으로 하는 화석 연료 화력 발전소.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 발전소는 상기 수증기 사이클로부터 추출되는 상기 입력 증기를 위한 상기 라인(20, 30, 40)으로부터 상기 증기를 상기 CO₂ 포획 플랜트(10)로 직접 향하게 하는 상기 라인(22)으로 안내하는 바이패스 증기 라인(21)을 포함하는 것을 특징으로 하는 화석 연료 화력 발전소.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 바이패스 증기 라인(21)은 비-복귀 밸브(21')를 포함하는 것을 특징으로 하는 화석 연료 화력 발전소.

청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 발전소는 라인(50)을 통해 상기 수증기 사이클의 추출 지점으로부터 상기 입력 증기를 수용하고, 상기 수증기 사이클로부터 추출되는 구동 증기 흐름(51)을 수용하고, 상기 입력 증기 흐름의 압력을 증가시키고, 또한 라인(53)을 통해 상기 출력 증기 흐름을 상기 CO₂ 포획 플랜트(10)로 향하게 하도록 구성 및 배열되는 추가의 증기 제트 배출기(52)를 포함하는 것을 특징으로 하는 화석 연료 화력 발전소.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 발전소는 상기 보일러 또는 열회수 증기 발생기(6) 사이의 생증기(live steam) 라인(16)으로부터 상기 고-압력 증기 터빈(1)으로 또는 상기 고-압력 증기 터빈(1)으로부터 상기 증기 제트 배출기(24, 52)로 안내되는 상기 증기 제트 배출기들(24, 52) 중 하나 또는 모두를 위한 구동 증기용 라인을 포함하는 것을 특징으로 하는 화석 연료 화력 발전소.

청구항 14

제 1 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 따른 발전소를 작동시키기 위한 방법에 있어서,

전체 또는 부분 하중 범위(I, II, III) 내에서 상기 발전소를 작동시킬 때, 중간-압력 터빈(2)에서 또는 상기 중간-압력 터빈의 하류 지점에서 상기 발전소의 수증기 사이클로부터 증기를 추출하고 또한 상기 증기를 제 1 증기 제트 배출기(24)로 향하게 하고, CO₂ 포획 플랜트 작업을 위해 요구되는 압력[P_R(CO₂)]과 같거나 또는 그보다 높은 압력으로 증기 압력을 증가시키고, 상기 증기 제트 배출기(24)로부터 발생된 증기를 상기 CO₂ 포획 플랜트로 향하게 하고, 또한 상기 CO₂ 포획 플랜트(10)를 작동시키기 위해 상기 증기를 사용하는 것을 특징으로 하는 발전소 작동 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 전체 또는 부분 하중 범위(I, II, III) 내에서 상기 발전소를 작동시킬 때, 상기 발전소의 상기 수증기 사이클로부터 증기(20, 30, 40)를 추출하고, 또한 만약 상기 추출된 증기 흐름의 압력이 상기 CO₂ 포획 플랜트(10)를 작동시키기 위해 요구되는 증기 압력($P_{R\text{CO}_2}$)과 같거나 또는 그보다 높을 경우, 상기 CO₂ 포획 플랜트를 작동시키기 위해 상기 추출된 증기 흐름을 상기 증기 제트 배출기(24)를 우회하는 라인(21)을 통해 상기 CO₂ 포획 플랜트(10)로 직접 안내하는 것을 특징으로 하는 발전소 작동 방법.

청구항 16

제 13 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 부분 하중 범위(III) 내에서 상기 발전소를 작동시킬 때, 상기 제 1 증기 제트 배출기(24)에 의해 발생되는 증기 압력은 상기 CO₂ 포획 플랜트(10)를 작동시키기 위해 요구되는 압력($P_{R\text{CO}_2}$) 미만이며, 상기 수증기 사이클로부터 상기 제 1 증기 제트 배출기(24)로의 상기 추출된 증기 흐름(20, 30, 40)을 위한 라인(23)을 폐쇄시키고 또한 상기 추출된 증기 흐름(20, 30, 40)을 제 2 증기 제트 배출기(52)로 향하게 하고, 상기 추출된 증기의 압력을 증가시키고, 또한 상기 증기를 상기 CO₂ 포획 플랜트(10)로 향하게 하는 것을 특징으로 하는 발전소 작동 방법.

명세서

기술 분야

[0001]

본 발명은 화석 연료들의 연소에서 초래되는 이산화탄소를 포획하기 위한 플랜트를 포함하는 전기 에너지를 발생시키기 위한 화석 연료 화력 발전소에 관한 것이다. 본 발명은 특히 이산화탄소 포획 플랜트를 작동시키기 위해 사용되는 증기를 제공하는 장치에 관한 것이다. 본 발명은 또한 그와 같은 발전소(power plant)를 작동시키기 위한 방법을 포함한다.

배경 기술

[0002]

화석 연료들의 연소에 기초한 전기 에너지의 발생을 위한 발전소들은 온실효과에 크게 관여하는 것으로 알려진 그와 같은 가스가 대기 중으로 배출되는 것을 감소시키기 위한 이산화탄소(CO₂)를 포획하기 위한 플랜트를 포함하도록 제안되어 왔다. 가장 최근에, 그와 같은 발전소의 작동은 시범 사업들에서 출발하였다. 공지된 탄소 포획 플랜트들은 냉각 암모니아 또는 아민 처리에 기초하여 작용하는 CO₂ 흡수제와 또한 포획된 CO₂를 압축하기 위한 일부 CO₂ 압축기를 포함하며, 이 경우 상기 CO₂의 저장 및/또는 운반이 가능하게 된다. 이와 같은 CO₂ 포획 및 압축 공정은 가열 및 증기 압력 형태의 에너지를 필요로 하게 된다. 상기 흡수 공정은 열교환기에서 흡수제의 재생을 위한 열원을 필요로 하게 되고, 상기 CO₂ 압축은 종국적으로 압축기들을 구동시키는 터빈들을 구동시키기 위한 압축된 증기를 필요로 하게 된다.

[0003]

WO2008/090167은, 열회수 증기 발생기(HRSG)로부터 추출함으로써 CO₂ 압축기를 위해 터빈을 구동하기 위한 증기를 제공하는, CO₂ 포획 및 압축 플랜트를 구비한 발전소에 대해 공개하고 있다. 이와 같은 목적을 위한 추가의 증기는 HRSG에 의해 제공되며, 이 경우 추가의 연료가 상기 HRSG에서 연소된다. 압축기들을 구동하는 터빈으로부터 발생하는 저-압력 증기는 흡수제의 재생을 위해 사용된다.

[0004]

EP551876은 CO₂ 포획 및 포획된 CO₂의 냉각 및 압축을 위해 압축기를 구동시키도록 터빈으로 안내되는 동력 발생 플랜트의 고-압력 증기 터빈으로부터 증기 라인들을 포함하는 압축 플랜트를 구비한 발전소를 개시하고 있다. 그러나, 그와 같은 고-압력 증기의 사용은 전체적으로 발생기를 구동하는 터빈에서의 고-압력 증기의 손실로 인해 발전소 효율면에서 저하를 초래하게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) WO2008/090167
 (특허문헌 0002) EP551876

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명의 목적은 CO₂의 포획 및 압축을 위한 플랜트를 포함하는 전기 에너지를 발생시키기 위한 발전소를 제공하는 것이며, 그와 같은 플랜트는 전체적으로 증가된 효율을 가지며, 종래 기술에서 공지된 타입의 발전소들과 비교하여 CO₂ 포획 플랜트의 작동에 대한 고도의 신뢰성을 갖는다.
- [0007] 본 발명의 목적은 또한 이와 같은 타입의 발전소를 작동시키기 위한 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명에 따른, 발전소에서 방출되는 배기 가스로부터 CO₂를 포획 및 압축하기 위한 플랜트로 전기 에너지를 발생시키기 위한 화석 연료 화력 발전소는 증기 라인을 통해 입력 증기로서 수증기 사이클로부터의 증기 흐름을 수용하고, 상기 입력 증기 압력을 증가시키고 상기 증기를 추가의 증기 라인을 통해 CO₂ 포획 플랜트로 향하게 하도록 구성 및 배열되는 증기 제트 배출기를 포함한다. 상기 증기 제트 배출기는 상기 입력 증기의 압력을 증가를 가능하게 하는 구동 증기(motive steam) 흐름으로서 증기의 흐름을 수용하도록 구성 및 배열된다.
- [0009] 본 발명의 실시예에 있어서, 발전소는 중간-압력 증기 터빈의 추출 지점의 수증기 사이클의 지점으로부터 또는 저-압력 또는 중간-압력을 향하는 중간-압력 터빈의 하류 지점으로부터 증기 제트 배출기로 안내되는 증기 라인을 포함한다.
- [0010] 제 1의 특정 실시예에 있어서, 상기 발전소는 중간-압력 증기 터빈과 저-압력 증기 터빈 사이의 교차(cross-over) 증기 라인으로부터 상기 증기 제트 배출기로 안내되는 증기 라인을 포함한다. 출력 증기 라인은 증가된 압력을 갖는 증기를 상기 증기 제트 배출기로부터 CO₂ 포획 플랜트로 향하게 한다.
- [0011] 본 발명에 따른 제 2의 특정 실시예에 있어서, 상기 발전소는 중간-압력 증기 터빈의 추출 지점으로부터 상기 증기 제트 배출기로 안내되는 저-압력 증기 라인 및 상기 증기 제트 배출기로부터 상기 CO₂ 포획 플랜트에 이르는 추가의 증기 라인을 포함한다.
- [0012] 본 발명의 제 3 실시예에 있어서, 상기 발전소는 저-압력 증기 터빈의 추출 지점으로부터 상기 증기 제트 배출기로 안내되는 저-압력 증기 라인 및 상기 증기 제트 배출기로부터 상기 CO₂ 포획 플랜트에 이르는 추가의 증기 라인을 포함한다.
- [0013] 본 발명의 제 4 실시예에 있어서, 상기 발전소는 콘덴서의 추출 지점으로부터 상기 증기 제트 배출기로 안내되는 저-압력 증기 라인 및 상기 증기 제트 배출기로부터 상기 CO₂ 포획 플랜트에 이르는 추가의 증기 라인을 포함한다.
- [0014] 본 발명의 상술된 각각의 실시예들에 있어서, 상기 발전소는 상기 증기 제트 배출기에 대한 구동 증기로서 증기 를 안내하는 증기 라인을 포함한다. 상기 구동 증기는 (상기 입력 증기의 추출 지점으로부터 상류에 제공되는) 상기 중간-압력 증기 터빈의 추출 지점으로부터 또는 상기 중간-압력 증기 터빈의 추출 지점으로부터 상기 수증기 사이클 상류의 어떤 지점으로부터 추출된다. 예를 들어, 구동 증기 라인은 상기 고-압력 증기 터빈으로부터 보일러 또는 열회수 증기 발생기로 안내되는 상기 재열 라인으로부터 안내될 수 있거나 또는 상기 보일러 또는 열회수 증기 발생기로부터 상기 중간-압력 증기 터빈으로 안내되는 재열 증기 라인들로부터 안내될 수 있다. 상기 구동 증기는 또한 생증기(live steam) 라인으로부터 또는 고-압력 증기 터빈의 추출 지점으로부터 취하여 질 수 있다. 이와 같은 라인들은 오직 구동 증기에 충분한 온도와 압력에서 다량의 증기 흐름을 포함한다. 이와 같은 증기 라인들로부터의 구동 증기를 위한 소량의 증기의 추출은 상기 라인들의 증기 흐름에 오직 적은 영향만을 미치며, 또한 그에 따라 상기 발전소의 전체 효율에 미치는 영향은 작은 상태로 머물게 된다.
- [0015] 본 발명에 따른 발전소는 상기 CO₂ 포획 및 압축 플랜트를 위한 동력 발생 플랜트의 수증기 사이클로부터 저-압

력 증기를 지시하도록 구비된다. 고-압력 증기 추출 대신 저-압력 증기 추출을 사용함으로써, 작업 증기 흐름이 적은 정도로 감소한다는 점에서 상기 증기 터빈의 전체 효율에 적은 영향을 미치게 된다. 증기 제트 배출기로 인해, 상기 CO₂ 포획으로 안내되는 증기는 상기 CO₂ 포획 플랜트의 작동을 위해 필요한 압력에 도달한다. 특히, 상기 증기 제트 배출기는 상기 발전소의 수증기 사이클로부터 추출되는 저-압력 증기가 상기 CO₂ 포획 플랜트를 작동시키기 위해 필요한 증기보다 낮을 때 조차도 요구되는 증기 압력을 제공한다. 따라서 상기 발전소의 모든 작동 상태들에 대해 항상 충분한 증기 압력이 보장된다.

[0016] 특히, 본 발명에 따른 발전소는 상기 발전소가 부분 하중(part-load)에서 턴-다운 상태로 또는 슬라이딩 압력 모드로 작동할 때 조차 상기 CO₂ 포획 플랜트의 연속 작동을 허용한다. 부분 하중 작동 동안, 상기 수증기 사이클로부터 이용할 수 있는 증기 압력은 감소하게 되어, 상기 CO₂ 포획 플랜트의 작동에 충분하지 않게 된다. 이 경우, 상기 증기 제트 배출기의 배열은 모든 부분 하중 작동 기간 동안 연속 CO₂ 포획 작업에 충분한 증기 압력을 제공하는 것을 가능하게 한다.

[0017] 본 발명에 따른 추가의 특정 실시예에 있어서, 상기 증기 제트 배출기는 상기 CO₂ 포획 플랜트에서 CO₂ 흡수제의 재생을 위해 열교환기에 작동적으로 연결된다.

[0018] 본 발명에 따른 추가의 특정 실시예에 있어서, 상기 CO₂ 포획 플랜트는 냉각 암모니아에 기초하여 작동하며, 상기 증기 제트 배출기는 암모니아를 물로부터 제거하기 위한 장치에 작동적으로 연결된다.

[0019] 본 발명의 추가의 실시예에 있어서, 상기 발전소는 저-압력 증기를 위한 추가의 증기 라인을 포함하며, 이러한 증기 라인은 상기 수증기 사이클로부터 상기 증기 제트 배출기를 우회하여 상기 CO₂ 포획 플랜트로 직접 안내된다. 저-압력 증기는 상기 CO₂ 포획 플랜트를 위해 요구되는 증기 압력과 같거나 또는 그보다 높은 상기 CO₂ 포획 플랜트를 작동시키기에 충분한 증기 압력인 경우 이와 같은 증기 라인에 의해 그의 작동을 위해 상기 CO₂ 포획 플랜트로 향한다.

[0020] 본 발명의 추가의 실시예에 있어서, 상기 발전소는 증기 라인을 통해 상기 수증기 사이클로부터 추출되는 저-압력 증기를 수용하고, 구동 증기 흐름에 의해 입력 증기의 압력을 증가시키고, 또한 추가의 증기 라인을 통해 증가된 압력을 갖는 증기를 상기 CO₂ 포획 플랜트로 향하도록 구성 및 배열되는 (상기 제 1 증기 제트 배출기와 평행하게 배열된) 추가의 증기 제트 배출기를 포함한다. 상기 터빈들의 효율에 있어서 중요한 손실을 피하기 위해, 상기 제 2 증기 제트 배출기를 위해 추출된 증기는 다시 상기 중간-압력 증기 터빈의 지점으로부터 또는 상기 중간-압력 증기 터빈의 하향에 위치한 상기 수증기 사이클의 지점에서 추출된다. 구동 증기 라인은 상기 수증기 사이클의 적절한 지점으로부터 상술된 제 2 증기 제트 배출기로 안내된다.

[0021] 상기 제 2 증기 제트 배출기는 상기 제 1 증기 제트 배출기에 의한 증기 압력 증가가 상기 CO₂ 포획 플랜트의 작동에 충분한 압력을 제공하지 못할 경우 작동한다. 상기 제 2 증기 제트 배출기는 상기 제 1 증기 제트 배출기보다 큰 압력 증가를 발생시키도록 구성 및 배열된다.

[0022] 상기 제 2 증기 제트 배출기는 상기 제 1 증기 제트 배출기와 병렬로 또는 직렬로 배열될 수 있다.

[0023] CO₂ 포획 플랜트를 구비한 발전소를 작동시키기 위한 방법은 중간-압력 터빈 또는 중간-압력 터빈의 하류에 위치한 지점에서 상기 발전소의 수증기 사이클로부터 증기를 추출하고 또한 상기 증기를 제 1 증기 제트 배출기로 향하게 하며, 상기 CO₂ 포획 플랜트 작동을 위해 요구되는 압력과 같거나 또는 그보다 높은 압력으로 증기 압력을 증가시키고, 이와 같은 증기를 상기 CO₂ 포획 플랜트로 향하게 하고, 또한 상기 CO₂ 포획 플랜트 내에서 작동시키기 위해 상기 증기를 사용하는 것을 포함한다. 이는 예를 들어 CO₂ 흡수제의 재생을 위한 열교환기 또는 암모니아-물 분리 장치를 위한 열교환기를 작동시키기 위한 것일 수 있다. 그것은 상기 추출된 증기의 압력이 상기 CO₂ 포획 플랜트를 작동시키기 위해 요구되는 압력 레벨 미만일 때 적용시킬 수 있다. 이는 발전소의 전체 또는 부분 하중 작동 동안 발생할 수 있다.

[0024] 그와 같은 발전소를 작동시키기 위한 특정 방법은, 전체 또는 부분 하중 작동 범위 내에서 상기 발전소를 작동시킬 때, 상기 발전소의 수증기 사이클로부터 증기를 추출함으로써 상기 CO₂ 포획 플랜트를 작동시키고 또한 상기 증기 제트 배출기를 우회하는 라인을 통해 상기 CO₂ 포획 플랜트로 증기를 직접 안내하는 것을 포함한다. 이

는, 이와 같은 전체 또는 부분 하중 작업의 범위에 걸쳐, 상기 추출된 증기의 압력이 상기 CO₂ 포획 플랜트를 작동시키기 위해 요구되는 압력과 같거나 또는 그보다 초과일 때 적용시킬 수 있다. 만약 상기 추출된 증기의 압력이 상기 CO₂ 포획 플랜트를 작동시키기 위해 요구되는 압력 미만으로 떨어질 경우, 상술된 바와 같이 방법을 취한다. 이를 위해, 증기를 상기 CO₂ 포획 플랜트로 직접 안내하는 라인은 폐쇄되고, 상기 추출된 증기를 위한 라인이 개방되어, 압력 증가를 위해 증기를 상기 증기 제트 배출기로 향하게 한다.

[0025] 상술된 방법들 중 어느 하나에 추가하여, 상기 발전소를 작동시키기 위한 또 다른 특정 방법이 적용된다. 추가의 부분 하중 작업 범위 내에서 상기 발전소를 작동시킬 때, 상기 증기 제트 배출기에 의해 발생되는 증기 압력은 상기 CO₂ 포획 플랜트를 작동시키기 위해 요구되는 압력 미만이며, 상기 제 1 증기 제트 배출기로의 라인은 폐쇄되고 또한 상기 수증기 사이클로부터 추출된 증기는 제 2 증기 제트 배출기로 향하게 된다. 상기 제 2 증기 제트 배출기는 상기 증기 압력을 적어도 요구되는 증기 압력의 레벨로 증가시킨다. 다음에 상기 제 2 증기 제트 배출기로부터 유발되는 증기는 상기 CO₂ 포획 플랜트로 향하게 된다.

[0026] 이와 같은 방법들은 상기 발전소의 전체 하중 작업 뿐만 아니라 부분 하중 작업 동안 모든 기간에 걸쳐 상기 CO₂ 포획 플랜트의 작동을 허용한다. 예를 들어, 상기 발전소가 플랜트의 턴-다운(turn-down) 동안 슬라이딩 압력 모드에서 작동할 때, 상기 수증기 사이클로부터 추출될 수 있는 증기의 압력은 연속적으로 감소된다. 상기 CO₂ 포획 플랜트를 작동시키기 위해 요구되는 증기 압력과 관련된 상기 추출된 증기의 압력에 기초하여, 증기 제트 배출기가 없거나, 또는 상기 제 1 또는 상기 제 2 증기 제트 배출기가 상기 파이페스 라인 또는 개별 배출기들로 안내되는 증기 라인들을 개별적으로 개방 또는 폐쇄시킴으로써 가능된다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 증기 제트 배출기를 구비한 본 발명에 따른 발전소의 제 1 실시예에 대한 개략도.

도 2는 증기 제트 배출기를 구비한 본 발명에 따른 발전소의 제 2 실시예에 대한 개략도.

도 3은 증기 제트 배출기를 구비한 본 발명에 따른 발전소의 제 3 실시예에 대한 개략도.

도 4는 추가의 증기 제트 배출기를 구비한 본 발명에 따른 발전소의 추가의 실시예에 대한 개략도.

도 5는 2개의 증기 제트 배출기들을 작동시킴으로써 CO₂ 포획 플랜트에 제공되는 증기 압력을 설명하는 도표를 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 도 1 내지 도 3은 각각 고-압력, 중간-압력, 저-압력 증기에 의해 구동되는 증기 터빈들(1, 2, 3)을 갖는 본 발명에 따른 발전소를 도시한다. 상기 증기 터빈들은 전기 에너지를 발생시키도록 발생기(5)를 구동시키기 위해 공통 샤프트(4) 상에 배열된다. 상기 터빈들을 위한 증기는 화석 연료에 의해 발화되는 보일러 또는 가스 터빈(S)으로부터의 고온 배기 가스에 의해 작동되는 열회수 증기 발생기(HRSG)와 같은 증기 발생기에 의해 발생된다. 생증기가 라인(16)을 통해 상기 고-압력 증기 터빈(1)으로 공급된다. 상기 증기 터빈들(1, 2, 3)은 각각 재열 및 교차 증기 라인들(26, 36)을 통해 연결된다. 도 1 내지 도 3에 따른 발전소의 수증기 사이클은 상기 저-압력 증기 터빈(3)에 의해 배출되는 증기를 응축시키는 콘덴서(7), 응축수 및 공급수의 재열 및 제거를 위한 특정 장치들(도시되지 않음), 상기 보일러 또는 HRSG(6)로 안내되는 복귀 라인(8)에 의해 완료된다.

[0029] 도 1 내지 도 3에 따른 발전소는 각각 CO₂의 포획 및 압축을 위해 플랜트(10)로 안내되는 상기 보일러 또는 HRSG(6)로부터의 배기 가스를 위한 라인을 추가로 포함한다. 이와 같은 플랜트는 예를 들면 상기 배기 가스로부터 추출되는 CO₂를 압축하기 위해 냉각된 암모니아 또는 아민 처리 및 하나 또는 몇개의 CO₂ 압축기에 기초하여 작동하는 흡수재를 포함한다. 상기 포획 및 압축된 CO₂는 라인(11)에 의해 저장 또는 운반 설비로 운반된다. 상기 CO₂를 떠난 가스는 대기 중으로 방출되거나 또는 라인(12)을 통해 추가의 분리 또는 처리부로 향한다. 공급수로서 상기 HRSG 또는 보일러(6)로 향하게 될 상기 포획 공정들로부터의 복귀 응축수를 위한 라인(13)이 제공된다.

[0030] 본 발명에 따라, 증기 제트 배출기(24)는 입력 증기 흐름의 압력보다 높은 압력의 출력 증기 흐름을 발생시키기 위해 증기 라인(25)을 통한 구동 증기의 흐름 및 증기 라인(20, 23)을 통한 저-압력 입력 증기 흐름을 수용하도

록 상기 발전소에 배열된다. 출력 증기 라인(27)은 상기 출력 증기를 상기 증기 제트 배출기(24)로부터 상기 CO₂ 포획 플랜트로 안내되는 증기 라인(22)으로 향하게 하도록 배열된다. 상기 증기는 CO₂ 압축기들을 구동하기 위한 터빈들을 구동하도록 상기 CO₂ 포획 플랜트에서 사용되거나 또는 상기 CO₂ 포획제의 재생을 위한 열교환 매체로서 사용된다.

[0031] 상기 라인(20)은 상기 교차 라인으로부터의 증기를 상기 중간-압력 증기 터빈(2)으로부터 상기 저-압력 증기 터빈(3)으로 우회시키도록 배열되며, 추출된 증기를 상기 제트 배출기(24)에 대한 증기 라인(23)으로 안내한다. 상기 증기 라인(25)은 상기 재열 증기 라인(26)으로부터 추출된 증기를 상기 고-압력 증기 터빈(1)과 상기 HRSG(6) 사이로 안내한다.

[0032] 이와 같은 구성은 상기 발전소의 수증기 사이클의 고-압력 증기원으로부터 증기를 추출할 필요없이 고-압력 증기가 상기 CO₂ 포획 플랜트로 향하도록 허용하며, 따라서 전체 효율면에서 악 영향을 미치지 않게 된다.

[0033] 추가 증기 라인(21)이 상기 증기 라인(20)으로부터 상기 CO₂ 포획 플랜트로 안내되고 또한 비-복귀 밸브(21')를 갖는 증기 라인(22)으로 직접 안내된다. 이와 같은 라인 및 밸브는, 상기 수증기 사이클에 의해 제공되는 증기의 압력이 상기 CO₂ 포획 플랜트를 충분히 작동시킬 수 있는 경우, 저-압력 증기의 방향이 직접 상기 CO₂ 포획 플랜트로 향하도록 허용한다.

[0034] 도 2는, 상기 증기 제트 배출기가 라인(30) 및 라인(23)을 통해 상기 저-압력 증기 터빈(3)으로부터 추출되는 입력 증기 흐름을 수용하도록 배열되는, 본 발명에 따른 추가의 실시예를 도시한다. 본 실시예에 있어서, 상기 증기 제트 배출기(24)를 위한 구동 증기는 라인(31)을 통해 상기 재열 라인(26)으로부터 상기 HRSG(6)와 상기 중간-압력 증기 터빈(2) 사이로 추출된다.

[0035] 상기 도 1의 실시예에서와 같이, 상기 발전소는 상기 수증기 사이클로부터의 증기 압력이 그의 작동을 위해 충분한 경우 저-압력 증기가 증기 압력 상승 없이 상기 CO₂ 포획 플랜트로 직접 향하도록 허용하기 위한 증기 라인(21) 및 비-복귀 밸브(21')를 포함한다.

[0036] 도 3은 입력 증기로서 저-압력 터빈 배기 증기의 일부를 수용하도록 배열되는 증기 제트 배출기(24)를 포함하는 본 발명에 따른 추가의 실시예를 도시한다. 입력 증기 라인(40)은 상기 저-압력 증기 터빈(3)과 상기 콘텐서(7) 사이의 추출 지점으로부터 상기 증기 제트 배출기로 안내되는 증기 라인(23)으로 안내된다. 구동 증기를 위한 라인(41)은 상기 중간-압력 증기 터빈(2)의 추출 지점으로부터 상기 증기 제트 배출기(24)로 안내된다.

[0037] 라인(21)은 라인(40)으로부터 비-복귀 밸브(21')를 통해 상기 증기 라인(22)으로 직접 안내되어, 만약 상기 추출된 증기 흐름의 압력이 상기 CO₂ 포획 플랜트를 충분히 작동시킬 수 있을 경우, 저-압력 증기가 직접 상기 CO₂ 포획 플랜트의 수증기 사이클로부터 사용되도록 허용된다.

[0038] 도 4는, 도 1에 따른 발전소의 증기 제트 배출기에 부가하여, 상기 배출기(24)와 병렬로 배열된 추가의 증기 제트 배출기(52)을 갖는 발전소를 도시한다. 증기 라인(50)은 입력 증기가 교차 라인(36)으로부터의 추출 라인(20)으로부터 상기 증기 제트 배출기(52)로 향하도록 안내된다. 구동 증기 라인(51)은 생증기의 일부가 라인(16)으로부터 상기 증기 제트 배출기(52)로 향하게 한다. 상기 증기 제트 배출기(52)에 대한 다른 구동 증기 라인들도 이전의 도면들에서 설명된 바와 같이 가능하다. 배출기(52)로부터 발생된 증가된 압력을 갖는 증기는 라인(53, 27, 22)을 통해 상기 CO₂ 포획 플랜트(10)로 향하게 된다. 상기 증기 제트 배출기(52)는 예를 들면 증기 제트 배출기(24)로부터 발생된 증기가 상기 CO₂ 포획 플랜트를 위해 요구되는 증기 압력을 더 이상 충족시킬 필요가 없는 경우 작동된다. 예를 들어, 턴-다운 작업 동안 상기 부분 하중은 감소되고, 증기 제트 배출기(24)로부터 발생된 증기의 압력은 종국적으로 상기 CO₂ 포획 플랜트를 위해 요구되는 증기 압력 미만으로 떨어진다. 그와 같은 경우, 상기 증기 제트 배출기(24)에 대한 라인(23)은 폐쇄되고, 대신 라인(50)이 개방된다.

[0039] 도 5는 도 4에 도시된 바와 같은 CO₂ 포획 플랜트를 구비한 발전소를 작동시키는 방법을 설명한다. 상기 CO₂ 포획 플랜트에 제공된 증기의 압력(P)은 상기 발전소의 백분율 부분 하중 작동 함수로서 주어진다. 상기 CO₂ 포획 플랜트를 효과적으로 작동시키기 위한 최소 요구 압력은 P_R(CO₂)의 값에서 파선으로 주어진다. 상기 발전소 자체의 작동 모드와 관계없이, 이와 같은 압력의 요구는 모든 부분 하중 작동 모드들을 통해 동일하게 남게 된다.

[0040] 작동 I의 제 1 범위에서, 상기 발전소는 전체 하중에서 또는 높은 백분율 부분 하중에서 작동한다. 이 범위 내에서, 추출된 증기의 압력 $P_{I(21)}$ 은 상기 CO_2 포획 플랜트를 작동시키기 위해 요구되는 증기 압력보다 높다. 예를 들면 전체 하중의 80-100%인, 상기 범위 I에서, 바이패스 밸브(21')는 개방되고, 상기 추출된 증기가 직접 상기 CO_2 포획 플랜트를 작동시키기 위해 사용될 수 있다. 어떠한 압력 증가도 필요치 않게 된다. 예를 들면 상기 발전소의 턴-다운 동안에, 백분율 부분 하중이 감소될 때, 상기 추출된 증기 압력은 또한 감소되고, 증기는 종국적으로 상기 CO_2 포획 플랜트 작동에 대한 최소 요구 압력 $P_R(\text{CO}_2)$ 의 레벨에 도달한다.[만약 상기 발전소가 증기 제트 배출기(24)의 활성화 없이 추가로 턴-다운된다면, 상기 추출된 증기의 압력은 $P_{I(21)}$ 로 도시된 바와 같은 동일한 비율로 끊임없이 연속적으로 떨어질 것이다.]

[0041] 상기 추출된 증기 압력 $P_{I(21)}$ 이 $P_R(\text{CO}_2)$ 에 도달하는, 상기 지점에서와 같이, 상기 발전소는 부분 하중 작동 범위 II에서 작동된다. 본 발명에 따라, 상기 바이패스 밸브(21')는 폐쇄되고, 상기 수증기 사이클로부터 추출된 증기는 증기 라인(23)을 통해 상기 제 1 증기 제트 배출기(24)로 향한다. 상기 증기 압력은 상기 요구 압력 레벨인 $P_R(\text{CO}_2)$ 이상인 레벨 $P_{II(27)}$ 로 증가되고, 라인(27)을 통해 상기 CO_2 포획 플랜트로 향하게 된다. $P_{II(27)}$ 은 증기 배출기 없이 추출된 증기 압력로부터 발생하는 압력으로, 라인(25)의 구동 증기 압력 및 $P_R(\text{CO}_2)$ 이하로 되며, $P_{II(27)}$ 이상의 레벨에 있게 된다.

[0042] 상기 발전소의 부분 하중이 추가적으로 예를 들면 전체 하중의 60-80%인 부분 하중 범위 내로 감소됨에 따라, 라인(27)에서의 상기 추출된 증기의 압력 $P_{II(27)}$ 은 다시 감소한다. 상기 증기 제트 배출기(24)로부터 발생하는 증기의 압력은 또한 감소될 것이며, 종국적으로는 요구되는 증기 압력 $P_R(\text{CO}_2)$ 레벨에 도달한다.[또한, 만약 상기 제 2 증기 제트 배출기(52)가 활성화되지 않는다면, 상기 CO_2 포획 플랜트에 대한 증기 압력은 $P_{II(27)}$ 로 도시된 비율로 연속해서 떨어질 것이다]. 상기 지점에서와 같이, 상기 발전소는 부분 하중 범위 III에서 작동한다. 본 발명에 따라, 상기 증기 제트 배출기(24)의 라인(23)은 폐쇄되고, 상기 제 2 증기 제트 배출기(52)의 라인(50)이 개방된다. 예를 들면 전체 하중의 40-60%인, 부분 하중 범위 III 내에서 작동되는 동안, 상기 증기 배출기(24)는 상기 CO_2 포획 플랜트에 대한 증기 압력을 상기 CO_2 포획 플랜트의 작동을 보증하기 위해 요구되는 $P_R(\text{CO}_2)$ 이상의 레벨 $P_{III(53)}$ 으로 증가시킨다. 추출된 증기 압력 $P_{III(53)}$ 은 다시 어떠한 증기 제트 배출기 없이도 상기 추출된 증기 압력으로부터 발생되며, 이는 철저하게 라인(51)의 구동 증기 압력 및 $P_R(\text{CO}_2)$ 이하가 될 것이며, 철저하게 $P_{III(53)}$ 이상이 될 것이다.

[0043] 본 발명의 추가 실시예들, 특히, 입력 증기 라인들과 상기 증기 제트 배출기 및 구동 증기 라인들과의 조합이 본 발명의 범위 내에서 가능하다.

부호의 설명

[0044] 1 : 고-압력 증기 터빈

2 : 중간-압력 증기 터빈

3 : 저-압력 증기 터빈

4: 샤프트

5 : 발생기

6 : 보일러 또는 열회수 증기 발생기(HRSG)

7 : 콘텐서

8 : 응축수/공급수 라인

9 : 배기 가스를 위한 라인

10 : CO_2 포획 및 압축 플랜트

11 : CO_2 저장 또는 운반 설비

12 : CO₂ 방출 가스

13 : 복귀 응축수를 위한 라인

16 : 고-압력 증기 터빈으로의 생증기를 위한 라인

20 : 증기 제트 배출기로의 입력 증기 흐름을 위한 라인

21 : CO₂ 포획 플랜트로의 저-압력 증기를 위한 라인

21' : 비-복귀 밸브

22 : CO₂ 포획 플랜트로의 증기 라인

23 : 증기 제트 배출기(24)로의 입력 증기 흐름을 위한 라인

24 : 증기 제트 배출기

25 : 구동 증기를 위한 라인

26 : 재열 라인

30 : 증기 제트 배출기(24)로의 입력 증기 흐름을 위한 라인

31 : 구동 증기를 위한 라인

40 : 증기 제트 배출기(24)로의 입력 증기 흐름을 위한 라인

41 : 구동 증기를 위한 라인

50 : 증기 제트 배출기(52)로의 추출 증기 라인, 입력 증기 라인

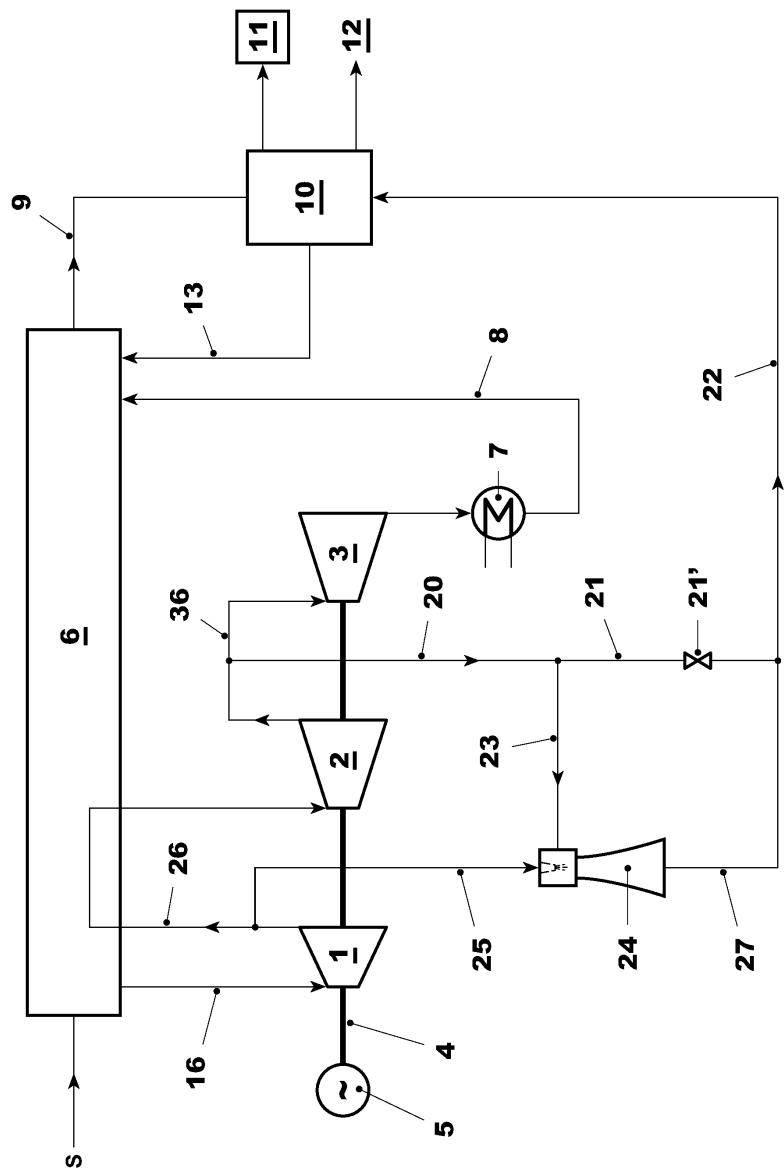
51 : 구동 증기 라인

52 : 제 2 증기 제트 배출기

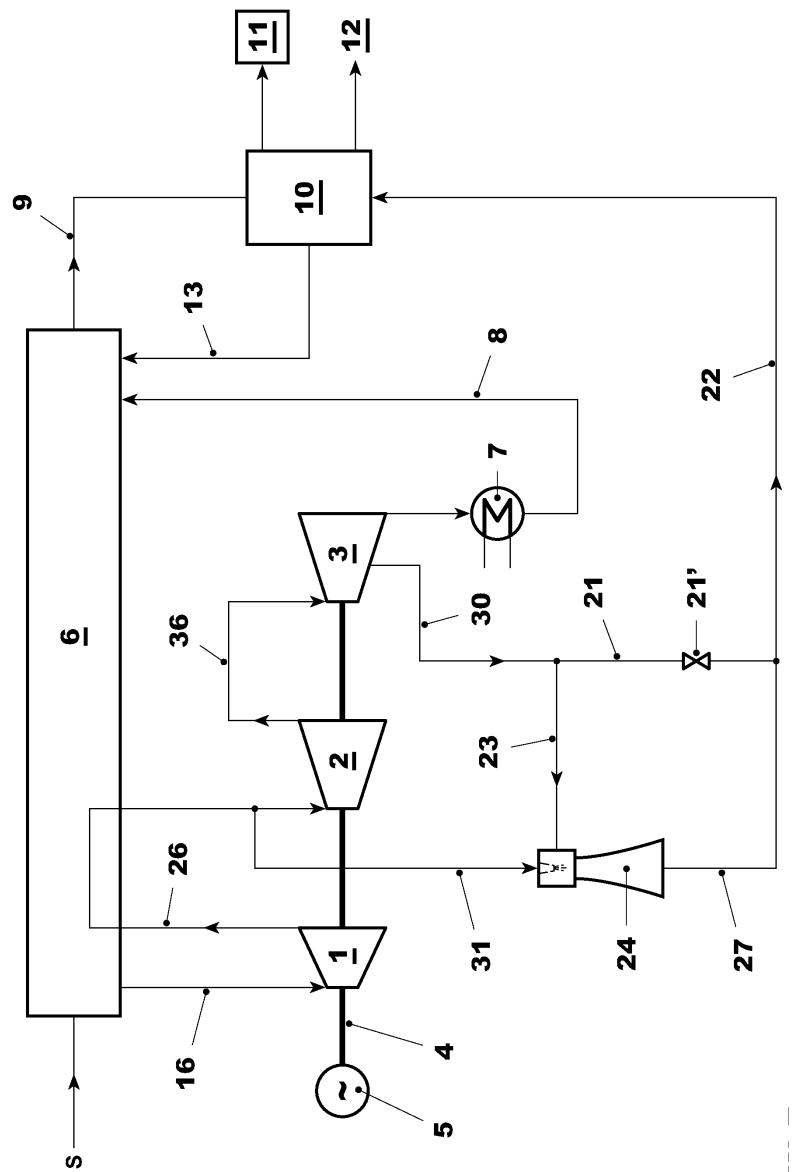
53 : CO₂ 포획 플랜트로의 증기 라인

도면

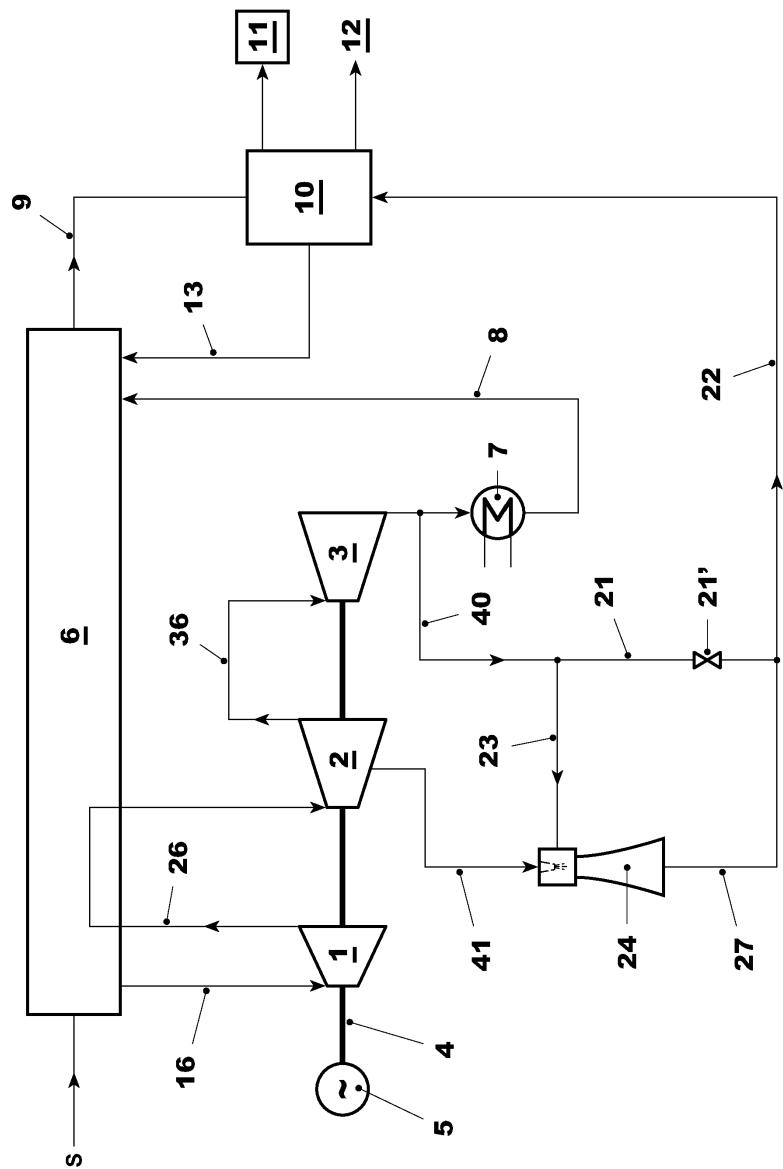
도면1



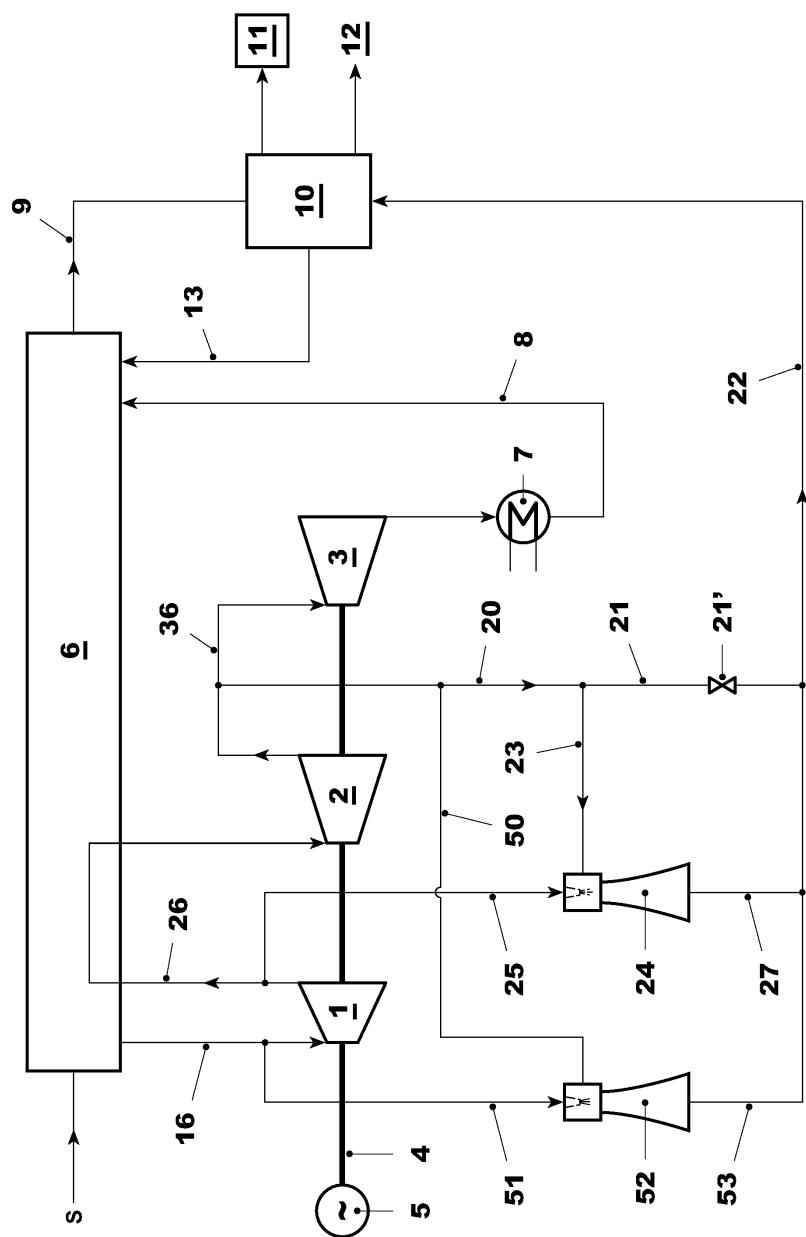
도면2



도면3



도면4



도면5

