



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0070197
(43) 공개일자 2012년06월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F02C 7/06 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0131646

(22) 출원일자 2010년12월21일

심사청구일자 2010년12월21일

(71) 출원인

지에스파워주식회사

경기도 안양시 동안구 부림로 100 (평촌동)

(72) 발명자

김문식

경기도 수원시 팔달구 화서동 650 화서주공APT
411동 1705호

(74) 대리인

이철희

전체 청구항 수 : 총 10 항

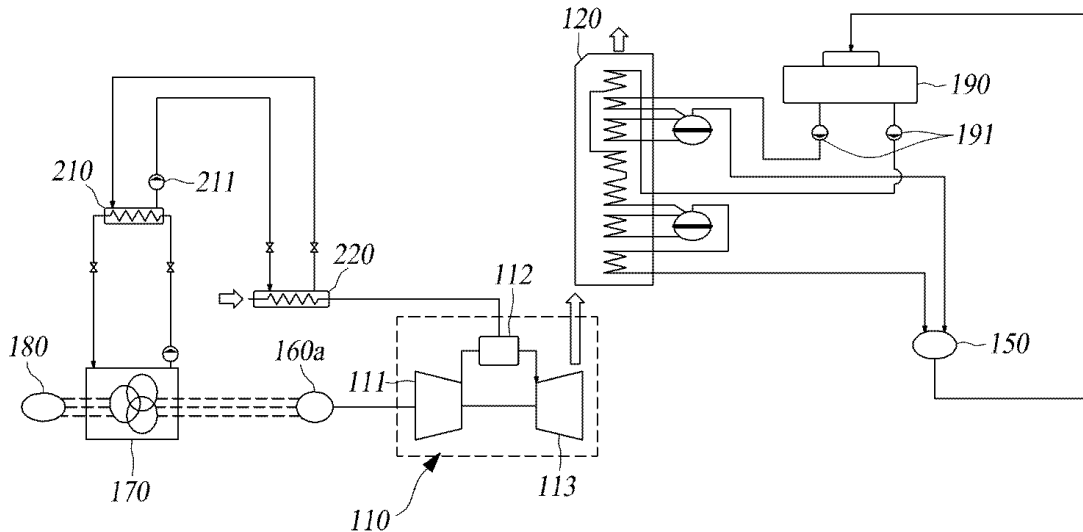
(54) 발명의 명칭 변압기의 손실열을 이용하는 발전시스템

(57) 요약

본 발명은 발전시스템에 관한 것으로, 이는 전기를 발생시키는 발전기를 포함하는 발전시스템에 있어서, 발전기에서 생성된 전기의 전압을 조절하는 변압기, 이 변압기의 내부에 충전된 냉각매체가 가진 열을 회수하여 재사용할 수 있게 하는 배열회수용 열교환기, 및 변압기를 통해 조절된 전압의 전기를 송전 또는 배전하는 전력계통을 포함하여서, 발전시스템의 변압기에 상존하는 손실열을 회수하여 에너지 생산에 활용함으로써 발전 효율 및 플랜트 효율을 증대시키는 물론 연료의 사용을 감축하여 온실가스의 배출량을 줄일 수 있다.

대표도

200



특허청구의 범위

청구항 1

내연기관이나 가스터빈 또는 증기터빈의 회전 구동에 의해 전기를 발생시키는 발전기를 포함하는 발전시스템에 있어서,

상기 발전기에서 생성된 전기의 전압을 조절하는 변압기,

상기 변압기의 내부에 충전된 냉각매체가 가진 열을 회수하여 재사용할 수 있게 하는 배열회수용 열교환기, 및

상기 변압기를 통해 조절된 전압의 전기를 송전 또는 배전하는 전력계통을 포함하는 것을 특징으로 하는 발전시스템.

청구항 2

연료의 연소시 발생하는 연소가스로 구동되는 가스터빈,

상기 가스터빈을 구동하여 발전을 하면서 발생하는 배기가스의 열을 회수하여 수요처로 공급될 증기를 발생시키는 보일러,

상기 가스터빈의 회전 구동에 의해 전기를 발생시키는 발전기,

상기 발전기에서 생성된 전기의 전압을 조절하는 변압기,

상기 변압기의 내부에 충전된 냉각매체가 가진 열을 회수하여 재사용할 수 있게 하는 배열회수용 열교환기, 및

상기 변압기를 통해 조절된 전압의 전기를 송전 또는 배전하는 전력계통을 포함하는 발전시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 가스터빈의 연소기로 공급되는 연료를 예열하도록 연료공급용 관로 상에 배치되어, 상기 배열회수용 열교환기로부터 이송되는 열교환된 가열매체를 전달받는 연료가열용 열교환기를 더 포함하는 발전시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 연료공급용 관로 상에 상기 보일러에서 발생한 고온의 증기 중 일부가 가열매체로 작용하는 예열용 열교환기를 더 구비하되,

상기 연료가열용 열교환기는 상기 예열용 열교환기의 상류 쪽에 배치되는 것을 특징으로 하는 발전시스템.

청구항 5

증기를 발생시키는 보일러,

상기 보일러에서 발생한 증기를 이용하여 구동되는 적어도 하나의 터빈과 상기 증기를 냉각 응축하여 물(복수)로 만드는 복수기를 구비한 증기터빈,

상기 증기터빈의 회전 구동에 의해 전기를 발생시키는 발전기,

상기 발전기에서 생성된 전기의 전압을 조절하는 변압기,

상기 변압기의 내부에 충전된 냉각매체가 가진 열을 회수하는 배열회수용 열교환기,

상기 복수기로부터 급수조로 보내어지는 복수를 가열하도록 상기 복수기와 상기 급수조 사이에 배치되어 상기

배열회수용 열교환기로부터 이송되는 열교환된 가열매체를 전달받는 복수가열용 열교환기, 및
 상기 변압기를 통해 조절된 전압의 전기를 송전 또는 배전하는 전력계통
 을 포함하는 발전시스템.

청구항 6

연료의 연소시 발생하는 연소가스로 구동되는 가스터빈,
 상기 가스터빈을 구동하여 발전을 하면서 발생하는 배기가스의 열을 회수하여 증기를 발생시키는 보일러,
 상기 보일러에서 발생하는 고온 고압의 증기를 이용하여 구동되는 증기터빈,
 상기 증기터빈에서 배출되는 증기의 열을 회수하여 수요처로 공급될 지역난방수를 가열하는 열교환기,
 상기 가스터빈이나 상기 증기터빈의 회전 구동에 의해 전기를 발생시키는 발전기,
 상기 발전기에서 생성된 전기의 전압을 조절하는 변압기,
 상기 변압기의 내부에 충전된 냉각매체가 가진 열을 회수하는 배열회수용 열교환기,
 상기 열교환기의 상류 또는 하류 쪽 지역난방수에 열을 공급하도록 상기 배열회수용 열교환기로부터 이송되는
 열교환된 가열매체를 전달받는 히트펌프, 및
 상기 변압기를 통해 조절된 전압의 전기를 송전 또는 배전하는 전력계통을 포함하는 발전시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,
 상기 히트펌프는 증발기, 압축기, 응축기 및 팽창밸브를 구비하고,
 이들 부재로 이루어진 사이클 내에는 냉매가 들어 있으며,
 상기 증발기는 상기 열교환된 가열매체로부터 열을 흡수하여 상기 냉매를 증발시킴으로써 냉매증기를 만들며,
 상기 응축기는 상기 압축기에서 압축되어 들어온 고온 고압의 냉매증기를 냉각시켜 상기 열교환기로 공급되는
 상기 지역난방수에 열을 방출하고 상기 냉매증기를 액체상태로 응축시키는 것을 특징으로 하는 발전시스템.

청구항 8

연료의 연소시 발생하는 연소가스로 구동되는 가스터빈,
 상기 가스터빈을 구동하여 발전을 하면서 발생하는 배기가스의 열을 회수하여 증기를 발생시키는 보일러,
 상기 보일러에서 발생하는 고온 고압의 증기를 이용하여 구동되는 고압터빈과 상기 고압터빈과 동일한 회전축
 을 갖고 상기 고압터빈을 거친 증기에 의해 회전되는 저압터빈 및 상기 증기를 냉각 응축하여 물(복수)로 만
 드는 복수기를 구비한 증기터빈,
 상기 증기터빈에서 배출되는 증기의 열을 회수하여 수요처로 공급될 지역난방수를 가열하는 열교환기,
 상기 가스터빈이나 상기 증기터빈의 회전 구동에 의해 전기를 발생시키는 발전기,
 상기 발전기에서 생성된 전기의 전압을 조절하는 변압기,
 상기 변압기의 내부에 충전된 냉각매체가 가진 열을 회수하는 배열회수용 열교환기,
 상기 가스터빈의 연소기로 공급되는 연료를 예열하도록 연료공급용 관로 상에 배치되어 상기 배열회수용 열교
 환기로부터 이송되는 열교환된 가열매체를 전달받는 연료가열용 열교환기,
 상기 복수기로부터 급수조로 보내어지는 복수를 가열하도록 상기 복수기와 상기 급수조 사이에 배치되어 상기
 배열회수용 열교환기로부터 이송되는 열교환된 가열매체를 전달받는 복수가열용 열교환기,
 상기 열교환기의 상류 또는 하류 쪽 지역난방수에 열을 공급하도록 상기 배열회수용 열교환기로부터 이송되는
 열교환된 가열매체를 전달받는 히트펌프, 및
 상기 변압기를 통해 조절된 전압의 전기를 송전 또는 배전하는 전력계통을 포함하는 발전시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 연료공급용 관로 상에 상기 보일러에서 발생한 고온의 증기 중 일부가 가열매체로 작용하는 예열용 열교환기를 더 구비하되,

상기 연료가열용 열교환기는 상기 예열용 열교환기의 상류 쪽에 배치되는 것을 특징으로 하는 발전시스템.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 변압기는 팬(Fan)이 설치된 냉각용 열교환기를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 발전시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 변압기의 손실열을 이용하는 발전시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 발전시스템의 변압기에 상존하는 손실열을 회수하여 에너지 생산에 활용함으로써 발전 효율 및 플랜트 효율을 증대시킴은 물론 연료의 사용을 감축하여 온실가스의 배출량을 줄일 수 있는 발전시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로, 발전(發電)은 원동기의 종류에 따라서 보일러와 증기터빈을 쓰는 기력발전, 디젤기관 등의 내연기관을 쓰는 내연발전, 가스터빈을 쓰는 가스터빈발전, 가스터빈과 증기터빈의 조합에 의한 복합발전 등으로 분류된다.

[0003] 기력발전은 물을 끓인 증기를 이용하여 증기터빈을 돌려 발전을 하는 방식을 일컫는다. 석유나 석탄 등 연료의 연소 내지는 원자력 에너지로 물을 고온 고압의 증기로 만든 후 증기터빈을 회전시켜 동축으로 연결된 발전기를 구동시킴으로써 전력을 생산한다. 증기터빈을 통과한 증기는 복수기에서 응축 냉각된 후에 다시 급수조로 이송된 후 펌프에 의해 보일러로 재순환된다. 기력발전의 기본 열역학적 사이클은 랭킨 사이클(Rankine cycle)을 바탕으로 하며, 전체 사이클의 효율을 높이기 위한 재열, 재생 단계가 적용되어 운전된다.

[0004] 내연기관을 이용하는 내연발전은 자동차 엔진과 같이 기관 안에 있는 실린더에서 연료를 폭발시키거나 태운 다음, 그때 발생한 가스에 의해 팽창되는 힘으로 크랭크축을 직접 회전시켜 발전기를 구동하는 발전방식이고, 가스터빈발전은 연소기에서 나오는 가스로 가스터빈을 회전시키고 가스터빈에 연결된 발전기에 의해 발전하는 방식이다. 가스터빈발전의 기본 열역학적 사이클은 브레이튼 사이클(Brayton cycle)을 바탕으로 하며, 근래에 열효율의 향상을 목적으로 해서 가스터빈과 증기터빈을 결합한 복합발전이 개발되었다.

[0005] 복합발전은 가스터빈발전의 브레이튼 사이클과 증기터빈을 이용한 랭킨 사이클이 복합된 발전방식을 말한다. 액화천연가스(LNG)나 경유 등의 연료를 사용하여 가스터빈을 돌려 발전한 후, 고온의 가스터빈 배기가스를 배열회수증기발전기(HRSG: Heat Recovery Steam Generator)에 통과시켜 증기를 생산하고, 이 증기를 이용하여 2차로 증기터빈을 돌려 발전하는 것이다.

[0006] 더불어, 발전과 아울러 보일러 또는 증기터빈에서 배출되는 증기를 열원으로 하여 지역 난방열이나 급탕열 또는 산업용 공정열을 공급하는, 즉 열 에너지와 전기 에너지를 동시에 공급하는 열병합발전도 개발되어 있다. 이러한 열병합발전은 원격지에서의 송전으로 송전 손실이 많은 일반 발전소에 비하여 대규모 발전소 건설의 부담이 경감되며 전기 등 에너지 수요처에서 전기를 직접 공급하는 분산형 전원으로 송전 손실이 적고 에너지 수요에 즉각 대응이 가능하며 연료를 공급받아 발전기에서 전기를 생산하고 발전하는 과정에서 필연적으로 발생하는 폐열을 회수하여 유용하게 이용하는 고효율 에너지 기술 중 하나이다.

[0007] 이를 위한 열병합 발전시스템은 하나의 1차 에너지원으로부터 2차 에너지인 전력과 열을 동시에 생산하는 종합 에너지 시스템으로서, 이전의 발전방식보다 30 ~ 40 %의 전력 및 연료 등의 에너지를 절감할 수 있는 효과가 있기 때문에, 아파트 등의 공동주택이나 업무용 빌딩, 중소기업도 산업 단지 등에서 그 수요가 폭발적으로 증가하고 있다. 특히, 액화천연가스 등의 가스를 연료원으로 하는 터빈을 이용하는 가스터빈 열병합 발전시스템은 친환경적이며 계절별 수요관리가 가능하고 24시간 연속운전이 가능한 장점 등이 있다.

- [0008] 도 1에는 전술한 여러 발전방식 중 가스터빈 열병합 발전시스템의 한 예를 나타내었다.
- [0009] 도 1에 도시된 가스터빈 열병합 발전시스템(100)은 연료의 연소시 발생하는 연소가스로 구동되는 가스터빈(110), 이 가스터빈(110)을 구동하여 발전을 하면서 발생하는 배기가스의 열을 회수하여 증기를 발생시키는 보일러(120), 이 보일러(120)에서 발생하는 고온 고압의 증기를 이용하여 구동되는 증기터빈(130), 증기터빈(130)에서 배출되는 증기의 열을 회수하여 수요처(150)로 공급될 지역난방수를 가열하는 열교환기(140a, 140b), 가스터빈(110)이나 증기터빈(130)의 회전 구동에 의해 전기를 발생시키는 발전기(160a, 160b), 이들 발전기(160a, 160b)에서 생성된 전기의 전압을 조절하는 변압기(170), 및 이 변압기(170)를 통해 조절된 전압의 전기를 송전 또는 배전하는 전력계통(180)을 포함하고 있다.
- [0010] 가스터빈(110)은 크게 공기 압축기(111)와 연소기(112) 및 터빈(113)으로 구성되는데, 별도의 동력원으로 구동되는 공기 압축기(111)에서 고압으로 압축된 공기가 연소기(112)로 들어가면 이 연소기(112)에서는 연료가 분사되면서 점화되고, 이때 발생하는 고압의 연소가스를 터빈(113)의 회전날개에 부딪히도록 하여 그 반동으로 회전날개가 회전하게 된다.
- [0011] 이에 따라 가스터빈(110)에서는 연속적으로 공급되는 고압의 연소가스에 의하여 회전날개가 그 회전축을 중심으로 회전하게 되고, 이 회전축에 인가되는 회전력이 가스터빈(110)에 직결된 발전기(160a)로 전달된다. 연료로는 액화천연가스 또는 액화석유가스를 사용할 수 있다.
- [0012] 발전기(160a)는 가스터빈(110)으로부터 전달받은 회전력을 이용하여 소정의 전기 에너지(예컨대, 직류전력 또는 교류전력)를 발생시켜 변압기(170)로 전송한다. 그리고 발전기(160a)에서 생성된 전기는 변압기(170)를 통해 전력계통(180)에 연계된다.
- [0013] 가스터빈(110)의 배기가스는 열회수용 보일러(120: 통상 배열회수증기발생기(HRSG)라 함)에 직접 유입된다. 이 보일러(120)는 열의 회수를 최대로 하기 위해 통상 2 ~ 3단의 압력 단계를 가지는 보일러이고, 증기의 발생을 돕기 위해 사용되는 고압증기드럼, 저압증기드럼, 고압과열기, 재열기, 고압증발기, 고압절탄기, 저압과열기, 저압증발기, 저압절탄기 등을 포함할 수 있다. 보일러(120)에서는 가스터빈(110)으로부터의 배기가스가, 증기터빈(130)에 동력을 공급하기 위해 사용될 증기를 발생시키는데 사용되며, 보일러(120)에 의해 발생한 고온 고압의 증기는 발전을 위해 증기터빈(130)을 통과하게 된다.
- [0014] 보일러(120)에 의해 발생한 고온의 증기나 고온의 물은 가스터빈(110)의 연소기(112)로 공급되는 연료를 가열하는데 사용되어 가스터빈(110)의 효율을 증대시킬 수 있다. 이를 위해 예열용 열교환기(114)가 추가로 연료 공급용 관로 상에 구비되며, 보일러(120)에서 발생한 고온의 증기나 고온의 물은 가열매체로 작용하여 예열용 열교환기(114)에서 연료를 가열한 후에 후술하는 급수조(190)로 보내어지게 된다.
- [0015] 증기터빈(130)은 보일러(120)로부터 공급된 증기가 이동하는 유로 상에 위치하는 다수의 회전날개를 갖춘 고압터빈(131)을 구비하는데, 보일러(120)에서 만들어진 고온 고압의 증기를 노즐에서 분출하여 팽창시킴으로써 증기 흐름을 가속시켜 회전날개에 부딪히도록 하면 그 반동으로 회전날개가 회전하게 된다.
- [0016] 이에 따라 증기터빈(130)에서는 연속적으로 공급되는 고압의 증기에 의하여 회전날개가 그 회전축을 중심으로 회전하게 되고, 이 회전축에 인가되는 회전력을 증기터빈(130)에 직결된 발전기(160b)로 전달한다.
- [0017] 발전기(160b)는 증기터빈(130)으로부터 전달받은 회전력을 이용하여 소정의 전기 에너지를 발생시켜 변압기(170)로 전송한다. 가스터빈(110)에 연결된 발전기(160a)와 마찬가지로, 발전기(160b)에서 생성된 전기는 변압기(170)를 통해 전력계통(180)에 연계된다.
- [0018] 직렬로 설치된 열교환기(140a, 140b)의 동체(Shell) 쪽으로는 증기터빈(130)으로부터 배출되는 증기가 들어오고, 튜브 쪽으로는 지역난방수가 들어오게 된다. 열교환기(140a, 140b)의 내부에서는 증기의 열 에너지가 지역난방수로 이동되어 지역난방수가 가열되고 증기는 응축된다. 가열된 지역난방수는 수요처(150)로 공급되어 난방용수 또는 급탕용수를 가열하고 온도가 낮아진 후 다시 열교환기(140a, 140b)로 돌아오게 됨으로써, 결국 지역난방수가 폐회로를 순환하게 된다.
- [0019] 증기가 물로 응축된 후, 이 물은 급수조(190)에 모이게 되고, 펌프(191)에 의해 소정의 압력으로 열회수용 보일러(120)로 회송된다.
- [0020] 추가로, 증기터빈(130)은 고압터빈(131)과 동일한 회전축을 갖는 저압터빈(132), 그리고 증기를 응축하여 물(복수)을 만드는 복수기(133)를 구비할 수 있다. 이 경우에, 고압터빈(131)을 통과한 증기는 다시 저압터빈(132)을 회전시켜 동축으로 연결된 발전기(160b)를 구동시키게 됨으로써, 증기터빈(130)의 출력을

증가시킨다. 저압터빈(132)을 거친 증기는 복수기(133)에서 응축되어 복수로 되며, 이 복수는 급수조(190)로 보내어진다.

[0021] 한편, 발전기(160a, 160b)의 단자전압을 전력계통(180)의 전압으로 변환해 주는 변압기(170)는 용량이나 전압에 따라 그 구조를 달리하나 주요 부재는 권선과 철심이며, 이들 부재를 탱크의 내부에 넣고 절연유를 가득 채우게 된다. 이 절연유는 권선의 절연물에 습기나 먼지가 들어가서 절연 내력을 저하시키는 것을 방지하고, 권선이나 철심에서 발생하는 열을 절연유의 대류나 복사에 의해 방열시키기 위함이다. 구체적으로, 변압기(170)는 권선의 부하손과 철심의 무부하손으로 인하여 열이 발생하는데, 이러한 열은 변압기 수명과 효율에 지대한 영향을 미치므로 절연유의 강제순환 또는 자연대류를 통해 변압기(170)의 내부를 냉각시키고 있다.

[0022] 예를 들어, 도 1에 도시된 변압기(170)는 송유풍냉식 변압기를 채용하고 있는데, 이 변압기(170)의 내부에는 절연유가 충전되어 있고, 팬(Fan)이 설치된 냉각용 열교환기(171)를 구비하여, 이 냉각용 열교환기(171)를 통해 절연유를 냉각하고, 다시 절연유가 변압기(170)의 내부로 들어가서 변압기(170) 내의 권선 또는 철심을 냉각시켜 주는 구조로 되어 있다.

[0023] 그러나 종래의 발전시스템에서 변압기는 변압과정 중 필연적으로 일정량의 열이 발생하게 되는데, 이렇게 발생한 고온의 폐열이 이용되지 못하고 외부의 대기로 바로 방출되게 됨으로써, 발전 효율 및 플랜트 효율이 극대화되지 못한다고 하는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0024] 이에 본 발명은 발전시스템의 변압기에 상존하는 손실열을 회수하여 에너지 생산에 활용함으로써 발전 효율 및 플랜트 효율을 증대시키는 물론 연료의 사용을 감축하여 온실가스의 배출량을 줄일 수 있는 발전시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0025] 본 발명에 따른 발전시스템은, 내연기관이나 가스터빈 또는 증기터빈의 회전 구동에 의해 전기를 발생시키는 발전기를 포함하는 발전시스템에 있어서, 상기 발전기에서 생성된 전기의 전압을 조절하는 변압기, 상기 변압기의 내부에 충전된 냉각매체가 가진 열을 회수하여 재사용할 수 있게 하는 배열회수용 열교환기, 및 상기 변압기를 통해 조절된 전압의 전기를 송전 또는 배전하는 전력계통을 포함하는 것을 특징으로 하고 있다.

발명의 효과

[0026] 이상과 같이 본 발명에 의하면, 발전시스템의 변압기에 상존하는 손실열을 회수하는 배열회수용 열교환기를 구비하고 이를 통해 회수된 열을 에너지 생산에 활용함으로써, 발전시스템에 투입되는 연료량을 줄일 수 있으므로 발전 효율 및 플랜트 효율이 상승하게 되는 효과가 있다.

[0027] 또한, 대기로 방출되던 변압기의 폐열을 회수하여 재사용하면 연료의 사용을 감축하게 되고, 이에 따라 온실가스의 배출량을 상당히 저감시킬 수 있기 때문에, 경제적인 이익과 더불어 환경적인 이득을 얻을 수 있는 효과가 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 종래의 가스터빈 열병합 발전시스템의 한 예를 나타낸 구성도이다.

도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 발전시스템을 나타낸 구성도이다.

도 3은 본 발명의 제2실시예에 따른 발전시스템을 나타낸 구성도이다.

도 4는 본 발명의 제3실시예에 따른 발전시스템을 나타낸 구성도이다.

도 5는 본 발명의 제4실시예에 따른 발전시스템을 나타낸 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본 발명에 따른 발전시스템은, 내연기관이나 가스터빈 또는 증기터빈의 회전 구동에 의해 전기를 발생시키는 발전기를 포함하는 발전시스템에 있어서, 발전기에서 생성된 전기의 전압을 조절하는 변압기, 이 변압기의 내

부에 충전된 냉각매체가 가진 열을 회수하여 재사용할 수 있게 하는 배열회수용 열교환기, 및 변압기를 통해 조절된 전압의 전기를 송전 또는 배전하는 전력계통을 포함하는 것을 특징으로 하고 있다.

- [0030] 배열회수용 열교환기를 통해 회수된 열은 에너지 생산에 재활용될 수 있는데, 이로써 발전시스템에 투입되는 연료량을 줄일 수 있으므로 발전 효율 및 플랜트 효율이 상승하게 되는 효과가 있다.
- [0031] 본 발명의 주안점은 변압기의 변압과정 중 필연적으로 발생하는 고온의 폐열이 이용되지 못하고 외부의 대기로 바로 방출되는 문제점을 해결하고자 하는 것으로서, 본 발명은 변압기를 사용하는 모든 발전시스템에 적용될 수 있다.
- [0032] 이하, 본 발명의 실시예들이 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명된다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0033] 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 발전시스템을 나타낸 구성도이다.
- [0034] 도 2에 도시된 본 발명의 제1실시예에 따른 발전시스템(200)은, 연료의 연소시 발생하는 연소가스로 구동되는 가스터빈(110), 이 가스터빈(110)을 구동하여 발전을 하면서 발생하는 배기가스의 열을 회수하여 증기를 발생시키는 보일러(120), 이 보일러(120)에서 발생하는 고온 고압의 증기를 이용하는 수요처(150), 가스터빈(110)의 회전 구동에 의해 전기를 발생시키는 발전기(160a), 이 발전기(160a)에서 생성된 전기의 전압을 조절하는 변압기(170), 이 변압기(170)를 통해 조절된 전압의 전기를 송전 또는 배전하는 전력계통(180) 등을 포함하고 있다.
- [0035] 가스터빈(110)은 크게 공기 압축기(111)와 연소기(112) 및 터빈(113)으로 구성되는데, 별도의 동력원으로 구동되는 공기 압축기(111)에서 고압으로 압축된 공기가 연소기(112)로 들어가면 이 연소기(112)에서는 연료가 분사되면서 점화되고, 이때 발생하는 고압의 연소가스를 터빈(113)의 회전날개에 부딪히도록 하여 그 반동으로 회전날개가 회전하게 된다.
- [0036] 이에 따라 가스터빈(110)에서는 연속적으로 공급되는 고압의 연소가스에 의하여 회전날개가 그 회전축을 중심으로 회전하게 되고, 이 회전축에 인가되는 회전력이 가스터빈(110)에 직결된 발전기(160a)로 전달된다. 연료로는 액화천연가스 또는 액화석유가스를 사용할 수 있다.
- [0037] 발전기(160a)는 가스터빈(110)으로부터 전달받은 회전력을 이용하여 소정의 전기 에너지를 발생시켜 변압기(170)로 전송한다. 그리고 발전기(160a)에서 생성된 전기는 변압기(170)를 통해 전력계통(180)에 연계된다.
- [0038] 가스터빈(110)의 배기가스는 열회수용 보일러(120)에 직접 유입된다. 이 보일러(120)는 열의 회수를 최대화하기 위해 통상 2 ~ 3단의 압력 단계를 가지는 보일러이고, 증기의 발생을 돕기 위해 사용되는 고압증기드럼, 저압증기드럼, 고압과열기, 재열기, 고압증발기, 고압절탄기, 저압과열기, 저압증발기, 저압절탄기 등을 포함할 수 있다. 보일러(120)에서는 가스터빈(110)으로부터의 배기가스가 수요처(150)에 필요한 증기를 발생시키는데 사용된다.
- [0039] 수요처(150)는 보일러(120)에서 발생하는 고온(예컨대 약 180 °C) 고압의 증기를 사용하여 지역 난방열, 급탕열, 산업용 공정열 등의 열을 직접 공급하는 장치나 열교환기와 같은 장치, 또는 증기를 사용하여 2차로 발전할 수 있는 증기터빈과 같은 장치가 될 수도 있다.
- [0040] 수요처(150)에서 열량을 빼앗긴 증기는 물로 응축되어 급수조(190)에 모이게 되고, 펌프(191)에 의해 소정의 압력으로 열회수용 보일러(120)로 회송된다. 물론, 진술한 증기 및 응축수의 폐(閉)회로 대신에 개(開)회로가 이용될 수 있는데, 예컨대 수요처(150)로 공급된 증기는 회송되지 않으며 이에 따라 급수조(190)는 별도의 급수원으로부터 물을 제공받을 수 있다.
- [0041] 한편, 고압의 전기를 저압의 전기로 변환해 주는 변압기(170)는 용량이나 전압에 따라 그 구조를 달리하나 주요 부재는 권선과 철심이며, 이들 부재를 탱크의 내부에 넣고 절연유를 가득 채우게 된다. 변압기(170)에서는 권선의 부하손과 철심의 무부하손으로 인하여 열이 발생하는데, 이러한 열은 변압기 수명과 효율에 지대한 영향을 미치므로, 냉각매체로 작용하는 절연유의 강제순환 또는 자연대류를 통해 변압기(170)의 내부를 냉각시키고 있다.
- [0042] 본 발명의 제1실시예에 따른 발전시스템(200)에서는, 변압기(170)가 강제순환하는 냉각매체 즉 절연유로부터 열을 빼앗는 배열회수용 열교환기(210)를 구비하고, 이 배열회수용 열교환기(210) 내의 열교환된 가열매체를

이송하기 위한 펌프(211) 및 관로가 설치되어 있다. 이 변압기(170)에서는 배열회수용 열교환기(210)로 절연유를 냉각하고, 다시 절연유가 변압기(170)의 내부로 들어가서 변압기(170) 내의 권선 또는 철심을 냉각시켜 주도록 되어 있다.

- [0043] 또, 가스터빈(110)의 연소기(112)로 공급되는 연료를 예열할 수 있는 연료가열용 열교환기(220)를 연소기(112)의 연료공급용 관로 상에 배치하여, 배열회수용 열교환기(210)로부터 이송되는 예컨대 60 °C 정도의 열교환된 가열매체를 전달받게 한다. 연료가열용 열교환기(220)에서 연료에 열을 전달한 가열매체는 배열회수용 열교환기(210)로 회송된다. 여기서, 이 가열매체는 물이 바람직하나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0044] 이에 따라, 예를 들어 대략 10 °C의 액화천연가스로 된 연료가 연료가열용 열교환기(220)를 통해 약 60 °C로 가열되어 가스터빈(110)의 연소기(112)로 공급되게 된다. 변압기(170)의 배열회수용 열교환기(210)를 통해 회수된 폐열을 연료가열용 열교환기(220)에 전달하여 연료를 예열함으로써, 보일러(120)로부터 추출하여 사용되는 고온 증기의 양, 즉 열량을 줄일 수 있게 되고, 그 결과 사용되는 연료량도 절감할 수 있게 된다.
- [0045] 선택적으로, 예열용 열교환기(114: 도 1 참조)와 연료가열용 열교환기(220)가 조합되어 함께 사용될 수도 있는데, 이 경우에 연료가열용 열교환기(220)가 예열용 열교환기(114)의 상류 쪽에 배치되는 것이 바람직하다.
- [0046] 도 3은 본 발명의 제2실시예에 따른 발전시스템을 나타낸 구성도이다.
- [0047] 도 3에 도시된 본 발명의 제2실시예에 따른 발전시스템(300)은 변압기(170)가 배열회수용 열교환기(210)를 구비함과 더불어, 복수기(133)로부터 급수조(190)로 보내어지는 복수를 가열하는 복수가열용 열교환기(320)를 구비하는 것이 주요 특징이다.
- [0048] 본 발명의 제2실시예에 따른 발전시스템(300)에서는, 석유나 석탄 등 연료의 연소로 얻어지는 열 에너지 내지는 원자력 에너지로 물을 고온 고압의 증기로 바꿔주는 보일러(120), 이 보일러(120)에서 발생하는 고온 고압의 증기를 이용하여 구동되는 증기터빈(130), 이 증기터빈(130)의 회전 구동에 의해 전기를 발생시키는 발전기(160b), 이 발전기(160b)에서 생성된 전기의 전압을 조절하는 변압기(170), 이 변압기(170)를 통해 조절된 전압의 전기를 송전 또는 배전하는 전력계통(180) 등을 포함하고 있다.
- [0049] 여기서, 보일러(120)의 구성 또는 작용에 대한 상세한 설명은 생략한다. 다만, 기력발전이나 원자력발전, 복합발전 등에서 고온 고압의 증기를 발생시키는 임의의 증기발생기도 이러한 보일러의 범주 내에 포함됨을 밝혀둔다.
- [0050] 증기터빈(130)은 고압터빈(131), 이 고압터빈(131)과 동일한 회전축을 갖고 고압터빈(131)을 거친 증기에 의해 회전되는 저압터빈(132), 그리고 증기터빈(130)의 배압을 낮게 유지하며 터빈들을 거친 증기를 냉각 응축하여 물(복수)로 만드는 복수기(133)를 구비하고 있다.
- [0051] 고압터빈(131)은 보일러(120)로부터 공급된 증기가 이동하는 유로 상에 위치하는 다수의 회전날개를 갖추고 있다. 보일러(120)에서 만들어진 고온(예컨대 약 180 °C) 고압의 증기를 노즐에서 분출하여 팽창시킴으로써 증기 흐름을 가속시켜 회전날개에 부딪히도록 하면 그 반동으로 회전날개가 회전하게 된다. 도 3에 도시된 바와 같이, 고압터빈(131)을 통과한 증기는 다시 보일러(120) 또는 별도의 재열기로 들어가서 재가열된 후 저압터빈(132)을 회전시켜 동축으로 연결된 발전기(160b)를 구동시키게 됨으로써, 증기터빈(130)의 출력을 더하게 된다.
- [0052] 선택적으로, 고압터빈(131)과 저압터빈(132) 사이에 중압터빈(미도시)이 더 설치될 수 있으며, 고압터빈(131)을 통과한 증기가 다시 보일러(120) 또는 별도의 재열기로 들어가서 재가열된 후 중압터빈에 공급되어 중압터빈을 구동하게 된다. 이어서 중압터빈을 구동한 증기가 저압터빈(132)으로 공급되어 저압터빈(132)을 회전시키도록 할 수도 있다.
- [0053] 저압터빈(132)을 거친 증기는 복수기(133)에서 응축되어 복수로 되며, 이 복수는 펌프(192)에 의해 펌핑되어 급수조(190)로 보내어진다. 복수기(133)에서는 예컨대 약 722 mmHg 정도의 진공이 유지되게 된다.
- [0054] 또한, 본 발명의 제2실시예에 따른 발전시스템(300)에서도, 변압기(170)가 배열회수용 열교환기(210)를 구비하고, 열교환된 가열매체를 이송하기 위한 펌프(211) 및 관로가 설치되어 있다. 변압기(170)에서는 배열회수용 열교환기(210)로 냉각매체인 절연유를 냉각하고, 다시 절연유가 변압기(170)의 내부로 들어가서 변압기(170) 내의 권선 또는 철심을 냉각시켜 주도록 되어 있다.
- [0055] 또, 복수기(133)로부터 급수조(190)로 보내어지는 복수를 가열하는 복수가열용 열교환기(320)를 복수기(133)와 급수조(190) 사이에 배치하여, 배열회수용 열교환기(210)로부터 이송되는 예컨대 60 °C 정도의 열교환된

가열매체를 전달받게 한다. 복수가열용 열교환기(320)에서 복수에 열을 전달한 가열매체는 배열회수용 열교환기(210)로 회송된다.

[0056] 이에 따라, 복수기(133)에서 응축된, 예를 들어 대략 38 °C의 복수가 복수가열용 열교환기(320)를 통해 가열되어 약 0.5 ~ 2 °C만큼 소폭 상승된 온도를 가진 채 급수조(190)로 공급되게 되고, 급수조(190)에 모인 물은 펌프(191)에 의해 소정의 압력으로 보일러(120)로 회송된다. 변압기(170)의 배열회수용 열교환기(210)를 통해 회수된 폐열을 복수가열용 열교환기(320)에 전달하여 복수를 가열함으로써, 급수조(190)를 거쳐 보일러(120)로 유입되는 물을 미리 가열하여 보일러(120)에 투입되는 열량을 감소시킬 수 있게 되고, 그 결과 사용되는 연료량도 절감할 수 있으며 시스템 전체의 효율을 증대시킬 수 있게 된다.

[0057] 한편, 도시되어 있지는 않지만, 필요에 따라 다단의 고압히터로 구성된 급수가열기와 다단의 저압히터로 구성된 복수가열기 및 기타 열교환기 등이 본 발명의 제2실시예에 따른 발전시스템(300)에 추가로 설치되어도 무방하다.

[0058] 도 4는 본 발명의 제3실시예에 따른 발전시스템을 나타낸 구성도이다.

[0059] 도 4에 도시된 본 발명의 제3실시예에 따른 발전시스템(400)은, 변압기(170)가 배열회수용 열교환기(210)를 구비함과 더불어, 난방용수 또는 급탕용수 등으로 사용될 지역난방수를 가열하는 열교환기(140b)의 상류 또는 하류 쪽에 열을 추가로 공급하는 히트펌프(420)를 구비하는 것이 주요 특징이다.

[0060] 본 발명의 제3실시예에 따른 발전시스템(400)은, 연료의 연소시 발생하는 연소가스로 구동되는 가스터빈(110), 이 가스터빈(110)을 구동하여 발전을 하면서 발생하는 배기가스의 열을 회수하여 증기를 발생시키는 보일러(120), 이 보일러(120)에서 발생하는 고온 고압의 증기를 이용하여 구동되는 증기터빈(130), 증기터빈(130)에서 배출되는 증기의 열을 회수하여 수요처(150)로 공급될 지역난방수를 가열하는 열교환기(140b), 가스터빈(110)이나 증기터빈(130)의 회전 구동에 의해 전기를 발생시키는 발전기(160a, 160b), 이들 발전기(160a, 160b)에서 생성된 전기의 전압을 조절하는 변압기(170), 이 변압기(170)를 통해 조절된 전압의 전기를 송전 또는 배전하는 전력계통(180) 등을 포함하고 있다. 제3실시예에 대한 설명에서, 제1실시예 또는 제2실시예에서의 구성 및 작용관계가 동일한 부재에 대해서는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0061] 전술한 바와 같이, 본 발명의 제3실시예에 따른 발전시스템(400)은 히트펌프(420)를 더 구비한다. 히트펌프(420)는 증발기(421), 압축기(422), 응축기(423), 및 팽창밸브(424)로 구성되며, 이들 부재로 이루어진 사이클 내에는 냉매가 들어 있어, 이 냉매가 증발, 압축, 응축, 팽창의 과정을 거치면서 열을 흡수 또는 방출하게 된다.

[0062] 또한, 본 발명의 제3실시예에 따른 발전시스템(400)에서도, 변압기(170)가 배열회수용 열교환기(210)를 구비하고, 열교환된 가열매체를 이송하기 위한 펌프(211) 및 관로가 설치되어 있다. 그리고 열교환된 가열매체를 이송하는 관로와 히트펌프(420)를 연계시킨다.

[0063] 히트펌프(420)에서, 증발기(421)는 예컨대 60 °C 정도로 열교환된 가열매체를 이송하는 관로로부터 열을 흡수하여 냉매를 증발시킴으로써 저온 저압의 냉매증기를 만든다. 이때, 상변화가 일어나므로 냉매의 증발잠열이 가열매체로 방출된다.

[0064] 압축기(422)는 증발기(421)로부터 저온 저압의 냉매증기를 흡입하고 압축하여 고온 고압의 냉매증기로 만든다. 냉매는 기체상태이고 압축과정 중에 상변화는 없으나, 냉매에 압축력이 가해지므로 저온 저압에서 고온 고압의 상태로 변화한다. 이 압축기(422)의 구동에는 전기 에너지가 사용된다.

[0065] 응축기(423)는 압축기(422)에서 압축되어 들어온 고온 고압의 냉매증기를 냉각시켜, 열교환기(140b)로 공급되는 지역난방수에 열을 방출하고 냉매증기를 액체상태로 응축시킨다. 이때, 냉매는 고온 고압의 기체에서 고온 고압의 액체로 변화하며 상변화가 일어나므로 냉매의 응축잠열이 지역난방수로 방출된다.

[0066] 이어서, 팽창밸브(424)는 응축기(423)로부터 전달받은 고온 고압의 액체상태인 냉매를 팽창시켜 저온 저압의 기체와 액체가 혼합된 상태의 냉매를 만드는데, 이는 다시 순환되는 증발기(421)에서 냉매의 증발이 용이하게 하기 위한 것으로, 상변화는 일어나지만 기계적 팽창이므로 열의 흡수나 방출은 없다.

[0067] 냉매로는 HFC, 탄화수소, 이산화탄소, 암모니아, 기타 혼합냉매 등에서 선택되어 사용될 수 있다.

[0068] 이러한 히트펌프(420)에 의해 대략 50 ~ 55 °C의 지역난방수가 약 70 °C로 가열되어 열교환기(140b)로 공급되게 된다. 변압기(170)의 배열회수용 열교환기(210)를 통해 회수된 폐열을 히트펌프(420)로 통과시켜 냉매로 재회수한 다음에 냉매의 압축 및 응축 과정을 거쳐 지역난방수를 가열함으로써, 열교환기(140b)에서 재가열되

어 수요처(150)로 공급될 지역난방수를 미리 가열하게 되어 보일러(120)에 투입되는 열량을 감소시킬 수 있게 되고, 그 결과 사용되는 연료량도 절감할 수 있으며, 시스템 전체가 공급가능한 열출력을 증대시킬 수 있게 된다. 물론, 열교환기(140b)에서의 재가열 없이 히트펌프(420)를 매개로 하여 가열된 지역난방수가 직접 수요처(150)에 공급되어 난방용수 또는 급탕용수를 가열하는 용도로 사용될 수도 있다.

[0069] 선택적으로 예열용 열교환기(114), 연료가열용 열교환기(220: 도 2 참조), 복수가열용 열교환기(320: 도 3 참조) 등이 단독으로 또는 조합하여 본 발명의 제3실시예에 따른 발전시스템에 적용될 수도 있다.

[0070] 도 5는 본 발명의 제4실시예에 따른 발전시스템을 나타낸 구성도이다.

[0071] 도 5에 도시된 본 발명의 제4실시예에 따른 발전시스템(500)은 전술한 제1실시예 내지 제3실시예의 주요 특징 부들을 모두 조합한 것이다.

[0072] 본 발명의 제4실시예에 따른 발전시스템(500)은, 연료의 연소시 발생하는 연소가스로 구동되는 가스터빈(110), 이 가스터빈(110)을 구동하여 발전을 하면서 발생하는 배기가스의 열을 회수하여 증기를 발생시키는 보일러(120), 이 보일러(120)에서 발생하는 고온 고압의 증기를 이용하여 구동되는 증기터빈(130), 증기터빈(130)에서 배출되는 증기의 열을 회수하여 수요처(150)로 공급될 지역난방수를 가열하는 열교환기(140a, 140b), 가스터빈(110)이나 증기터빈(130)의 회전 구동에 의해 전기를 발생시키는 발전기(160a, 160b), 이들 발전기(160a, 160b)에서 생성된 전기의 전압을 조절하는 변압기(170), 이 변압기(170)를 통해 조절된 전압의 전기를 송전 또는 배전하는 전력계통(180) 등을 포함하고 있다.

[0073] 여기서, 구체적으로 변압기(170)는 배열회수용 열교환기(210)를 구비하고, 열교환된 가열매체를 이송하기 위한 펌프(211) 및 관로가 설치되어 있다. 더구나, 변압기(170)는 팬이 설치된 냉각용 열교환기(171)를 추가로 구비할 수 있는데, 이는 배열회수용 열교환기(210)를 포함한 냉각회로의 고장 또는 사고시 변압기(170)를 응급으로 냉각하기 위한 것이다. 이 변압기(170)에서는 배열회수용 열교환기(210) 또는 냉각용 열교환기(171)로 냉각매체인 절연유를 냉각하고, 다시 절연유가 변압기(170)의 내부로 들어가서 변압기(170) 내의 권선 또는 철심을 냉각시켜 주도록 되어 있다.

[0074] 또, 보일러(120)에 의해 발생한 고온(예컨대 약 180 °C)의 증기 중 일부가 가스터빈(110)의 연소기(112)로 공급되는 연료를 가열하는데 사용되어 가스터빈(110)의 효율을 증대시킬 수 있다. 이를 위해 예열용 열교환기(114)가 연료공급용 관로 상에 구비되며, 보일러(120)에서 발생한 고온의 증기가 가열매체로 작용하여 예열용 열교환기(114)에서 연료를 가열하고 물로 응축된다. 그 후에 이 물은 급수조(190)로 보내어지게 된다. 이에 덧붙여, 가스터빈(110)의 연소기(112)로 공급되는 연료를 가열할 수 있는 연료가열용 열교환기(220)가 전술한 예열용 열교환기(114)의 상류 쪽에 배치되어, 배열회수용 열교환기(210)로부터 이송되는 예컨대 60 °C 정도의 열교환된 가열매체를 전달받을 수 있다. 연료가열용 열교환기(220)에서 연료에 열을 전달한 가열매체는 배열회수용 열교환기(210)로 회송된다.

[0075] 또한, 증기터빈(130)이 고압터빈(131), 이 고압터빈(131)과 동일한 회전축을 갖고 고압터빈(131)을 거친 증기에 의해 회전되는 저압터빈(132), 그리고 증기터빈(130)의 배압을 낮게 유지하며 터빈들을 거친 증기를 냉각 응축하여 물(복수)로 만드는 복수기(133)를 구비함과 더불어, 복수기(133)로부터 급수조(190)로 보내어지는 복수를 가열하는 복수가열용 열교환기(320)를 복수기(133)와 급수조(190) 사이에 배치하여, 배열회수용 열교환기(210)로부터 이송되는 가열매체를 전달받게 한다. 복수가열용 열교환기(320)에서 복수에 열을 전달한 가열매체는 배열회수용 열교환기(210)로 회송된다.

[0076] 동시에, 열교환된 가열매체를 이송하는 관로와 히트펌프(420)가 연계되어 있는데, 이 부분에 대한 상세한 설명은 제3실시예를 참조하면서 생략한다.

[0077] 직렬로 설치된 열교환기(140a, 140b)의 동체 쪽으로는 증기터빈(130)의 고압터빈(131)으로부터 배출되는 증기가 들어오고, 튜브 쪽으로는 지역난방수가 들어오게 됨과 더불어, 이들 열교환기(140a, 140b)의 상류 또는 하류 쪽에는 히트펌프(420)에 의해 열이 추가로 공급되게 된다. 이에 따라, 열교환기(140a)로 들어오는 대략 50 ~ 55 °C의 지역난방수가 약 90 °C로 가열되어 열교환기(140b)로 공급되고, 이어서 열교환기(140b) 내에서 지역난방수는 약 115 °C로 가열되어 수요처(150)로 공급된다. 이러한 지역난방수는 수요처(150)의 난방용수 또는 급탕용수를 가열하고 온도가 낮아진 후 다시 열교환기(140a, 140b)로 회송된다.

[0078] 본 발명의 제4실시예에 따른 발전시스템(500)이 갖는 각 구성요소의 작용 및 효과는 제1실시예 내지 제3실시예의 구성요소에 대해 기술한 바와 같은데, 결론적으로 발전시스템의 변압기(170)에 상존하는 손실열을 회수하는 배열회수용 열교환기(210)를 구비하고 이를 통해 에너지 생산에 활용함으로써, 발전시스템에 투입되는

연료량을 줄일 수 있으므로 발전 효율 및 플랜트 효율이 상승하게 되는 효과가 있다.

[0079] 또한, 대기로 방출되던 변압기(170)의 폐열을 회수하여 재사용하면 연료의 사용을 감축하여 온실가스의 배출량을 상당히 저감시킬 수 있기 때문에, 경제적인 이익과 더불어 환경적인 이득을 얻을 수 있는 효과가 있게 된다.

[0080] 본 발명의 제4실시예는 변압기(170)의 손실열을 회수하여 활용하는 방안의 일환으로서, 높은 열출력이 필요한 경우나 높은 전기 생산효율이 필요한 경우에 맞추어 선택적으로 사용 가능하다 할 것이다.

[0081] 이상의 설명은 본 발명을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 특히, 본 발명은 이들 실시예에 한정되지 않으며, 변압기를 사용하는 모든 발전시스템에 제한 없이 적용될 수 있음을 다시금 밝혀둔다.

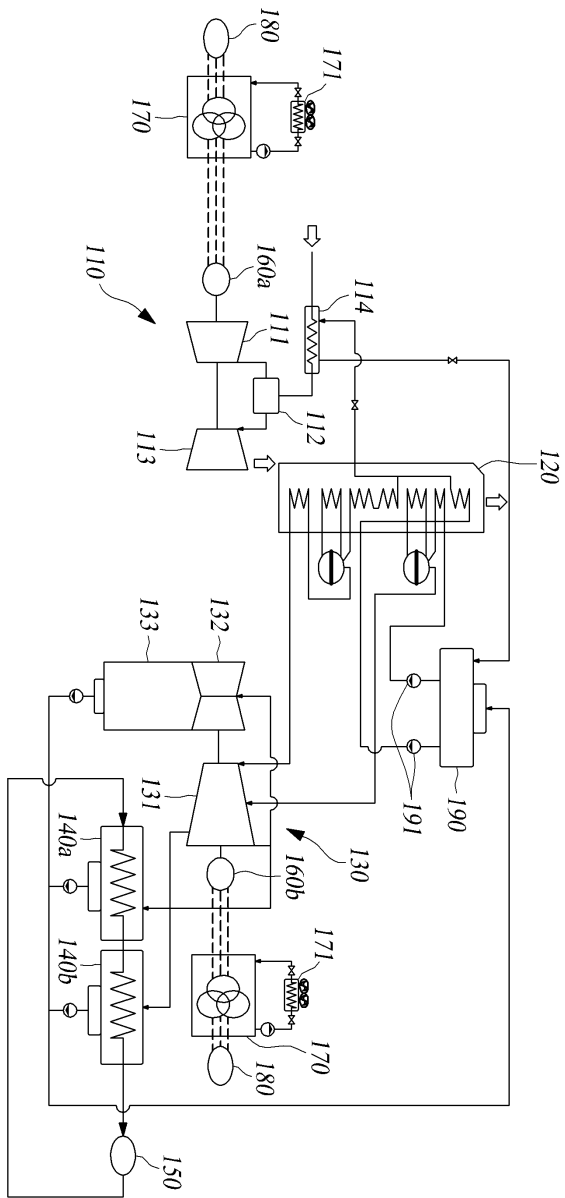
[0082] 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예들에 의하여 본 발명의 기술사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동일한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

- | | | |
|--------|------------------|-------------------|
| [0083] | 110 : 가스터빈 | 120 : 보일러 |
| | 130 : 증기터빈 | 140a, 140b : 열교환기 |
| | 150 : 수요처 | 160a, 160b : 발전기 |
| | 170 : 변압기 | 180 : 전력계통 |
| | 190 : 급수조 | 210 : 배열회수용 열교환기 |
| | 220 : 연료가열용 열교환기 | 320 : 복수가열용 열교환기 |
| | 420 : 히트펌프 | |

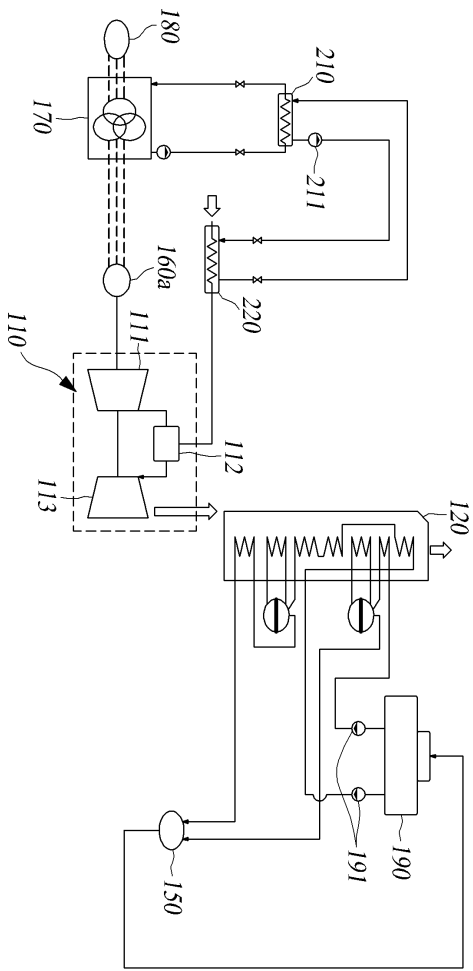
도면

도면1



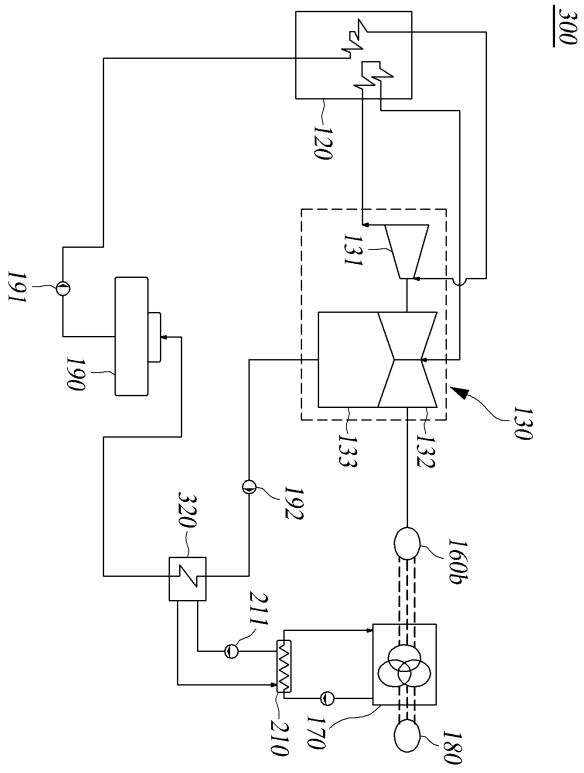
100

도면2

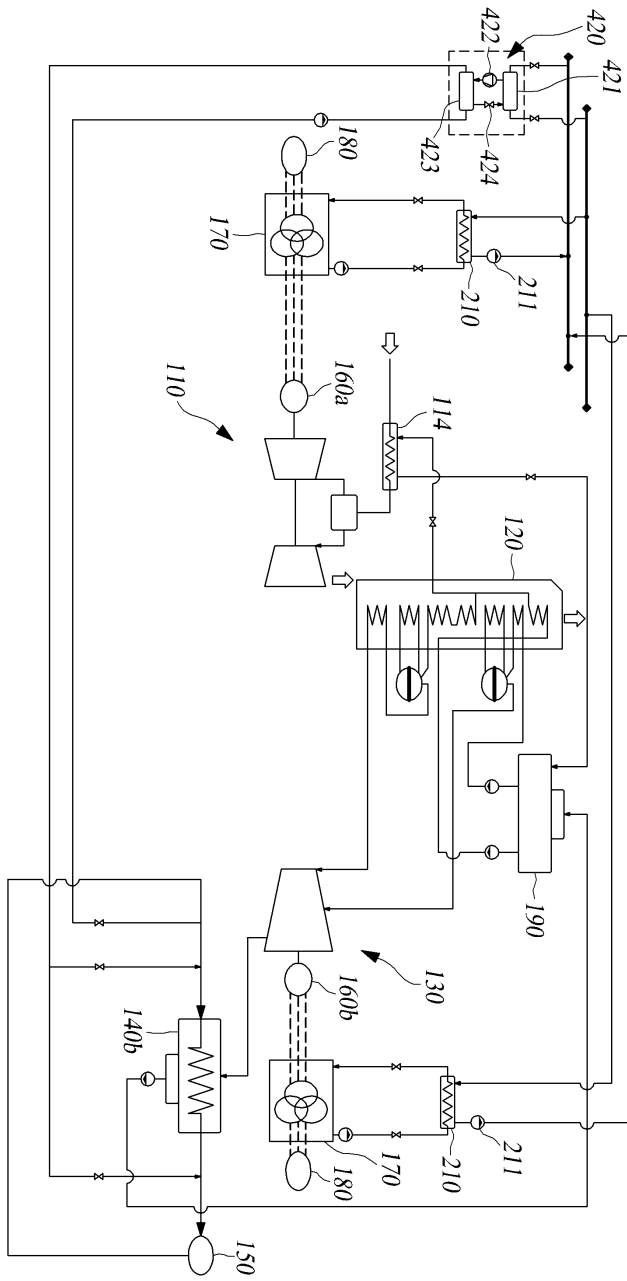


200

도면3

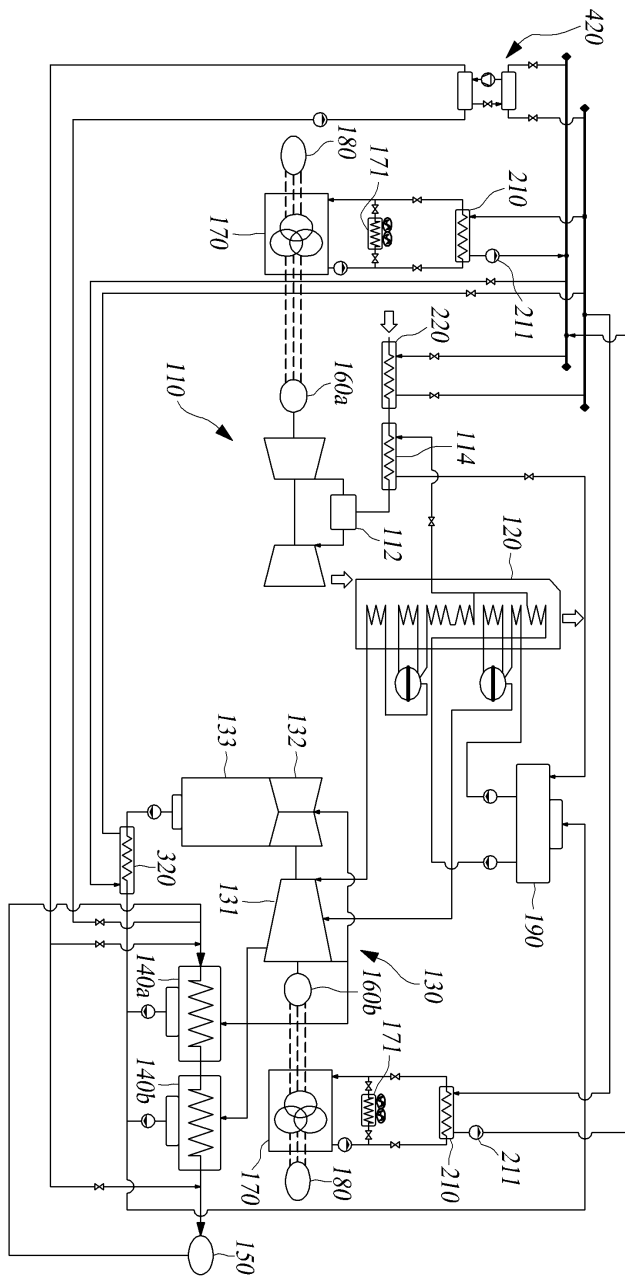


도면4



400

도면5



500