



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개실용신안공보(U)

(11) 공개번호 20-2021-0002901
(43) 공개일자 2021년12월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02C 7/32 (2006.01) F01D 15/10 (2006.01)
F02C 9/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F02C 7/32 (2013.01)
F01D 15/10 (2013.01)
(21) 출원번호 20-2020-0002117
(22) 출원일자 2020년06월17일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
(주) 원템
부산광역시 기장군 정관읍 산단2로 16-6
(72) 고안자
김종권
부산광역시 해운대구 해운대해변로 30, 101동 40
1호

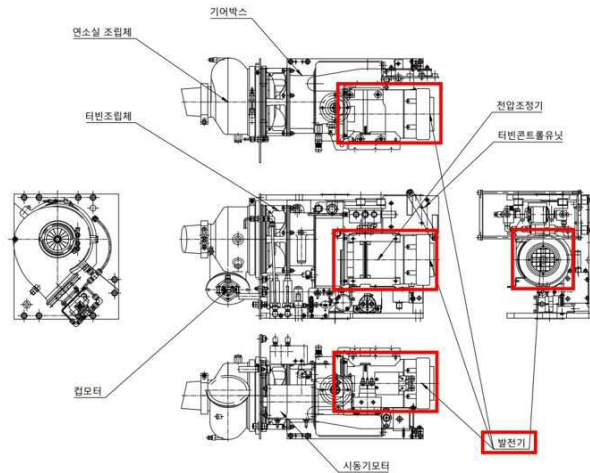
전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 고안의 명칭 구난전차 용 보조 동력 조립체

(57) 요약

구난전차 용 보조 동력 조립체가 제공된다. 본 고안에 따른 보조 동력 조립체는 발전기 및 상기 발전기와 샤프트를 통해 연결되는 터빈 조립체를 포함하고, 상기 발전기는 고정자 및 회전자를 포함하는 발전부, 상기 회전자와 결합되어 상기 회전자를 회전시키는 샤프트 조립체, 상기 발전부 및 상기 샤프트 조립체의 냉각을 위해 공기를 순환시키는 임펠러, 및 상기 발전부, 상기 샤프트 조립체 및 상기 임펠러를 둘러싸는 케이스를 포함하고, 상기 회전자의 길이 대 외경의 비율은 2.63 내지 2.91 이고, 상기 고정자의 길이 대 외경의 비율은 1.09 내지 1.21 이고, 상기 케이스의 상기 임펠러를 둘러싸는 부분에는 원주를 따라 복수의 냉각 홀이 형성된다.

대표도 - 도8



(52) CPC특허분류

F02C 9/00 (2013.01)

F05D 2220/32 (2013.01)

F05D 2260/20 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

발전기; 및

상기 발전기와 샤프트를 통해 연결되는 터빈 조립체를 포함하고,

상기 발전기는,

고정자 및 회전자를 포함하는 발전부;

상기 회전자와 결합되어 상기 회전자를 회전시키는 샤프트 조립체;

상기 발전부 및 상기 샤프트 조립체의 냉각을 위해 공기를 순환시키는 임펠러; 및

상기 발전부, 상기 샤프트 조립체 및 상기 임펠러를 둘러싸는 케이스를 포함하고,

상기 회전자의 길이 대 외경의 비율은 2.63 내지 2.91 이고,

상기 고정자의 길이 대 외경의 비율은 1.09 내지 1.21 이고,

상기 케이스의 상기 임펠러를 둘러싸는 부분에는 원주를 따라 복수의 냉각 홀이 형성되는,

구난전차 용 보조 동력 조립체.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 터빈 조립체를 구동하기 위한 가스가 연소되는 연소실 조립체; 및

상기 터빈 조립체를 제어하기 위한 터빈 컨트롤 유닛을 더 포함하는,

구난전차용 보조 동력 조립체.

고안의 설명

기술 분야

[0001] 본 고안은 보조 동력 조립체에 관한 것이다. 보다 자세하게는, 간편하고 효율적으로 출력 능력을 향상시킬 수 있는 고회전 가스터빈 발전기를 구비한 보조 동력 조립체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 내연기관(internal combustion engine)에 의해 구동되는 자동차 및 전차는 차량의 다양한 전기적 컴포넌트와 액츄에이터의 운전(operation)을 위한 전기적인 보조 동력의 생성을 위해 전기 발전기(electric generator)를 필요로 한다.

[0003] 한국형 구난전차인 K-1 구난전차 또한 고장 난 전차를 후방으로 견인, 용접, 또는 절단하거나, 주전원의 배터리를 충전하거나, 승무원실 난방을 가동할 때 부족한 전력을 공급할 보조 동력 조립체를 필요로 하며, 이때의 보조 동력 조립체의 구동방식은 가스터빈 엔진으로, 가스터빈 엔진의 역학적 에너지를 발전기를 통해 전기에너지로 변환하여 보조 동력으로 사용하게 된다.

[0004] 한편, 최근 전차나 차량의 전장이 고도화되면서 소모되는 전력량 또한 크게 늘어나는 추세이다. 그러나, 기존의 보조 동력 조립체만으로는 그러한 대용량 전력 수요에 대응할 수 없어, 더 큰 용량의 전력을 생산할 수 있는 발전기에 대한 수요가 점점 증가하고 있다.

[0005] 그러나, 단순히 발전기의 용량을 증가시키려 하면 발전기의 크기가 그만큼 커지게 되어, 보조 동력 조립체의 다른 주요 구성품인 파워헤드, 컵 모터 하우징, 터빈 조종 유닛, 전압 조절기, 기어 박스 등도 함께 크기 및 설계가 변경되어야 하는 문제가 있다.

[0006] 따라서, 보조 동력 조립체의 다른 구성품에는 영향을 주지 않으면서, 발전기의 용량을 향상시킬 수 있는 개선된 성능의 발전기가 절실히 요구되는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1592502호 (2016. 02. 11 공고)

고안의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 고안의 몇몇 실시예를 통해 해결하고자 하는 기술적 과제는, 보조 동력 조립체의 다른 구성품에는 영향을 주지 않으면서 발전기의 용량이 향상된 고회전 가스터빈 발전기를 구비한 보조 동력 조립체를 제공하는 것이다.

[0009] 본 고안의 몇몇 실시예를 통해 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는, 대용량 전력 수요에 대응하면서 설계 변경 및 개발 비용을 최소화할 수 있는 고회전 가스터빈 발전기를 구비한 보조 동력 조립체를 제공하는 것이다.

[0010] 본 고안의 몇몇 실시예를 통해 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는, 기존 수입에 의존하던 발전기 제품을 국내 기술로 상용화함으로써 수입품을 대체하고 국산 제조기술을 확보할 수 있는 고회전 가스터빈 발전기를 구비한 보조 동력 조립체를 제공하는 것이다.

[0011] 본 고안의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 고안의 기술분야에서의 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 고안의 실시예들에 따른 구난전차 용 보조 동력 조립체는 발전기, 및 상기 발전기와 샤프트를 통해 연결되는 터빈 조립체를 포함하고, 상기 발전기는 고정자 및 회전자를 포함하는 발전부, 상기 회전자와 결합되어 상기 회전자를 회전시키는 샤프트 조립체, 상기 발전부 및 상기 샤프트 조립체의 냉각을 위해 공기를 순환시키는 임펠러, 및 상기 발전부, 상기 샤프트 조립체 및 상기 임펠러를 둘러싸는 케이스를 포함하고, 상기 회전자의 길이 대 외경의 비율은 2.63 내지 2.91 이고, 상기 고정자의 길이 대 외경의 비율은 1.09 내지 1.21 이고, 상기 케이스의 상기 임펠러를 둘러싸는 부분에는 원주를 따라 복수의 냉각 홀이 형성된다.

[0013] 일 실시예로서, 상기 터빈 조립체를 구동하기 위한 가스가 연소되는 연소실 조립체, 및 상기 터빈 조립체를 제어하기 위한 터빈 컨트롤 유닛을 더 포함할 수 있다.

고안의 효과

[0014] 상기한 본 고안의 기술적 구성에 따르면, 보조 동력 조립체의 다른 구성품에는 영향을 주지 않으면서 발전기의 용량을 향상시킬 수 있다.

[0015] 또한, 대용량 전력 수요에 대응할 수 있는 고회전 가스터빈 발전기를 확보하면서, 그에 필요한 설계 변경 및 개발 비용을 최소화할 수 있다.

[0016] 또한, 기존 수입에 의존하던 발전기 제품을 국내 기술로 상용화하게 되므로, 수입품을 대체하고 국산 제조기술을 확보할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 기존 수입 발전기의 전반적인 구성 및 사양을 도시하는 도면이다.

도 2는 본 고안에 따른, 고회전 가스터빈 발전기의 주요 구성을 설명하기 위한 구성도이다.

도 3은 본 고안에 따른, 개선된 고정자 및 회전자의 구성 및 그 설계 치수를 나타내기 위한 도면이다.

도 4는 본 고안에 따른, 개선된 샤프트 조립체의 구성 및 그 설계 치수를 나타내기 위한 도면이다.

도 5는 본 고안에 따른, 개선된 임펠러의 구성 및 그 설계 치수를 나타내기 위한 도면이다.

도 6은 본 고안에 따른, 임펠러 주변으로 냉각 홀이 형성된 개선된 케이스의 구성을 나타내는 도면이다.

도 7은 본 고안에 따른, 고회전 가스터빈 발전기의 설계 방법을 나타내는 순서도이다.

도 8은 본 고안에 따른, 보조 동력 조립체의 주요 구성품을 나타내는 도면이다.

고안을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 고안의 실시예들을 상세히 설명한다. 본 고안의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 고안의 기술적 사상은 이하의 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 이하의 실시예들은 본 고안의 기술적 사상을 완전하도록 하고, 본 고안이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 고안의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 고안의 기술적 사상은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0019] 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 고안을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 고안의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0020] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 고안이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다. 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 고안을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다.
- [0021] 또한, 본 고안의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제1, 제2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0022] 이하, 본 고안의 몇몇 실시예들에 대하여 첨부된 도면에 따라 상세하게 설명한다.
- [0023] 본 고안은 K-1 구난전차에 부착된 보조 동력 조립체의 발전기에 관한 것으로서, 기존 보조 동력 조립체의 주요 구성품, 예를 들어, 연소실 조립체, 터빈 조립체, 기어 박스, 컵 모터, 시동기 모터, 터빈 컨트롤 유닛, 전압 조절기 등을 변경하지 않고, 발전기의 구성 중 상기 주요 구성품에 영향을 주지 않는 요소만을 부분적으로 설계 변경하여 전체적인 보조 동력 조립체의 출력 능력을 약 20% 이상 향상할 수 있는 발전기 성능 향상 방안 및 그에 따른 고회전 가스터빈 발전기를 제안하고자 한다.
- [0024] 발전기는 샤프트를 통해 엔진(예를 들어, 가스터빈)과 연결되고 샤프트를 통해 전달되는 기계적인 에너지를 전기적인 에너지로 변환하는 장치이다. 발전기는 내부에 자기장을 형성하고 형성된 자기장 내에서 도체를 운동시킴으로써, 전자기 유도 원리에 의해 도체의 운동 에너지를 전기 에너지로 변환한다.
- [0025] 발전기는 일반적으로, 고정자, 회전자, 여자기, 및 냉각 장치 등을 주요 구성 요소로 포함한다.
- [0026] 그 중 고정자(Stator)는 철심(Armature core)과 이를 감싸는 권선(Armature winding), 그리고 고정자 테(Frame)로 구성된다.
- [0027] 회전자(Rotor)는 철심(Pole core)과 이를 감싸는 권선(Field winding), 그리고 회전자 요철(Rotor yoke)과 축(Shaft)으로 구성된다.

- [0028] 여자기(Exciter)는 회전자의 코일에 자장이 형성될 수 있도록 직류 전원을 공급하는 장치이다.
- [0029] 냉각 장치는 발전기 내부 온도가 너무 높게 올라가지 않도록 외부 공기를 이용하여 발전기 내부의 공기를 순환 시키며 냉각하는 장치이다.
- [0030] 발전기 출력(또는, 용량)을 향상시키기 위한 기존의 논의로는 고정자 및 회전자의 직경을 크게 하는 방법과 고정자 및 회전자의 축방향 길이를 길게 하는 두 가지 방법이 논의되어 왔다.
- [0031] 이를 기반으로 발전기의 예상 용량을 산출하는 계산식을 추정해보면 다음과 같은 계산식이 도출된다.
- [0032] $P = K * D^2 * L * N$ [KVA, KW]
- [0033] 여기서, K는 발전기의 출력 계수이고, D는 회전자 외경 또는 고정자 내경이고, L은 회전자 철심의 길이이고, N은 발전기의 정격 회전수이다.
- [0034] 상기 계산식에 기반하면, 발전기 용량(또는, 출력)을 증가시키기 위해서는, i) 발전기의 정격 회전수(N)를 증가시키거나, ii) 회전자 외경(D)를 증가시키거나, iii) 회전자 철심의 길이(L)를 증가시키거나, iv) 출력 계수(K)를 증가시켜야 한다.
- [0035] 우선, i) 발전기의 정격 회전수는 발전기와 연결된 엔진(예를 들어, 가스터빈 엔진)의 회전수에 의존하기 때문에, 독립적인 성능 향상 방안으로서는 적합하지 않다.
- [0036] 또한, ii) 회전자 회경을 증가시키는 것은 필연적으로 발전기의 전체적인 크기 및 외부 케이스 직경을 증가시켜, 주변의 다른 구성품들, 예를 들어, 연소실 조립체, 터빈 조립체, 기어 박스, 컵 모터, 시동기 모터, 터빈 컨트롤 유닛, 전압 조절기 등의 형상 및 위치를 필연적으로 변경시키므로, 주위 구성품의 설계 변경이 수반되어야 하고 그에 따라 전체적인 개발 비용도 증가되게 된다.
- [0037] 따라서, 본 고안에서는 iii) 회전자 철심의 길이(L)를 증가시키는 설계 방안과 iv) 출력 계수를 증가시키는 설계 방안을 중심으로, 고회전 가스터빈 발전기의 용량을 향상시키고자 한다.
- [0038] 이러한 본 고안에 따르면, 발전기 주위의 다른 구성품들의 형상 및 위치를 변경시키지 않아도 되므로, 전체적인 설계 변경 요소 및 개발 비용을 최소화하면서 원래의 목적인 발전기 용량 증가를 달성할 수 있게 된다.
- [0039] 이하, 본 고안의 구체적인 구성 및 관련 실시예에 대해 도면을 참조하여 설명한다.
- [0040] 도 1은 기존 수입 발전기의 전반적인 구성 및 사양을 도시하는 도면이다.
- [0041] 기존 발전기(10)는 발전 능력 10kW에, 시동 전압은 직류 24V, 발전 전압은 직류 28V, 과전압 조건 DC 32V 이상인 사양을 가지고 있으며, 정격 회전수(RPM, Revolution Per Minute)는 12000 회/분이다.
- [0042] 본 고안에서는 발전기(10)의 전체적인 크기, 및 다른 사양에는 영향을 주지 않으면서, 발전 능력을 기존 대비 크게 향상시킬 수 있는 방안을 제안한다.
- [0044] 도 2는 본 고안에 따른, 고회전 가스터빈 발전기의 주요 구성을 설명하기 위한 구성도이다. 도 2를 참조하면, 본 고안에 따른 발전기(100)는 발전부(110), 샤프트 조립체(120, Shaft Assembly), 임펠러(130, Impeller), 케이스(140, Outer Case), 다이오드(150), 및 콘덴서 조립체(160, Condenser Assembly)를 포함한다.
- [0045] 발전부(110)는 자기장이 형성된 자계를 권선(또는, 코일)이 감긴 회전자가 회전함으로써 전자기 유도에 의한 전기 에너지를 생산하는 구성요소이다.
- [0046] 샤프트 조립체(120)는 발전부(110)의 회전자와 결합되어, 엔진(예를 들어, 가스터빈 엔진)의 회전력을 이용하여 회전자를 회전시키는 구성요소이다.
- [0047] 임펠러(130)는 발전부(110) 및 샤프트 조립체(120)가 너무 과열되지 않도록 발전기(100) 내부의 공기를 순환시키는 구성요소이다.
- [0048] 케이스(140)는 발전기(100)의 외부 구조를 형성하는 케이스이다. 그 중 A 부분은 임펠러(130)를 둘러싸는 부분으로, A 부분의 구체적인 구성에 대해서는 도 6에서 후술하기로 한다.
- [0049] 다이오드(150)는 발전부(110)가 생성하는 교류 전기를 직류 전기로 정류하기 위한 구성요소이다.

- [0050] 콘텐서 조립체(160)는 발전기(100)에 필요한 콘텐서 및 이를 수납하는 콘텐서 케이스로 구성된 구성요소이다.
- [0051] 앞서, 검토한 바와 같이, 발전기(100)의 발전 용량을 증가시키되, 설계 변경을 최소화하고 주변 구성품에 영향을 주지 않기 위해서는, 회전자 철심의 길이(L)를 증가시키는 설계 방안이나 출력 계수를 증가시키는 설계 방안을 고안하는 것이 적절하다.
- [0052] 그에 따라, 본 고안에서는, 회전자 철심의 길이(L)를 증가시키기 위해, 발전부(110)의 회전자 및 고정자의 길이를 증가시키는 한편, 증가된 회전자 및 고정자의 길이를 뒷받침하기 위해 샤프트 조립체(120)의 길이를 증가시킨다. 이와 함께, 증가된 길이에 따른 기계적인 압력과 비틀림을 샤프트 조립체(120)가 견뎌낼 수 있도록 샤프트 조립체(120)에 대한 구조적인 설계 변경을 수행한다.
- [0053] 다만, 본 고안을 진행하며 수행한 다수의 실험과 경험적 검증을 통해, 발전부(110)의 회전자 및 고정자 길이를 증가시켜 얻을 수 있는 적절한 최대 발전 용량은 최초 발전 용량 10kw를 기준으로 약 20%가 증가한 약 12kw인 것을 도출하였다(발전기가 탑재되는 제품의 사양에 따라 $\pm 5\%$ 의 편차는 있을 수 있음).
- [0054] 이론적으로는 회전자 철심의 길이를 증가시키는 데 따라 선형적으로 발전 용량이 증가하여야 하지만, 실제로는 회전자 철심의 길이가 증가하는 데 따른 여러가지 저항 요소 및 손실 요소에 따라 선형적으로 발전 용량이 증가하지 않으며, 본 고안에 따르면 회전자 철심을 증가시키기에 따라 샤프트 조립체(120)의 길이도 증가시켜야 하는데, 그에 따라 샤프트 조립체(120)에 가해지는 압력과 비틀림이 증가되어 결국에는 일정 지점을 넘어서면 회전자 철심의 길이 증가에 따른 발전 용량 증가 효율이 크게 저하된다.
- [0055] 본 고안에서는, 다수의 실험과 시행 착오를 거쳐 회전자 철심의 길이를 증가시켜 얻을 수 있는 최적 발전 용량의 증가는 최초 발전 용량 10kw를 기준으로 약 20%가 증가한 약 12kw인 것을 도출하였고, 이하에서는 이를 기준으로 관련 설명을 이어 가기로 한다.
- [0056] 또한, 본 고안에서는, 발전기(100)의 출력 계수를 증가시키기 위해, 임펠러(130)의 성능을 개선하여 전체적인 발전기의 냉각 효율을 높이는 방안을 적용하였다. 발전기(100)의 출력 계수는 어느 한 요소에 의해 결정되지 않고 발전기의 전체적인 시스템이 어우러져 출력 계수를 결정하지만, 본 고안에서는 수차례의 반복된 실험과 실증을 통해 발전기(100)의 냉각 성능을 일정 수준이상 향상시켰을 때 출력 계수도 또한 높아지는 것을 검증하였다.
- [0057] 임펠러(130) 성능 향상을 통한 출력 계수의 증가는 발전기 시스템마다 증가폭이 상이하여 그 증가폭을 정해진 수치로 확정할 수는 없다. 그러나, 본 고안에 따라 임펠러(130)에 대해 최적 설계 변경을 적용했을 때 대략적으로 최대 3% 내외의 출력 계수 증가 효과를 낼 수 있는 것으로 다수의 실험을 통해 확인하였다.
- [0058] 본 고안에서는 발전부(110)의 회전자 및 고정자의 길이를 증가시키는 방안과 임펠러(130) 성능을 향상시키는 방안을 중복 적용하여 전반적으로 약 18% ~ 28% 사이의 발전 용량 증가(최초 발전 용량 10kw 기준)를 달성할 수 있었다.
- [0059] 이하에서는, 세부 도면들을 참조하여 발전기(100)의 각 구성요소들에 대한 세부 설계 방안을 더욱 상세히 설명하기로 한다.
- [0061] 도 3은 본 고안에 따른, 개선된 고정자 및 회전자의 구성 및 그 설계 치수를 나타내기 위한 도면이다. 도 3을 참조하면, 발전부(110, 도 2 참조)는 고정자(111) 및 회전자(112)를 포함한다.
- [0062] 본 고안에서, 약 20%의 발전 용량 개선을 도모하기 위해, 고정자(111)의 길이(L1) 및 회전자(112)의 길이(L2)를 각각 20% 증가시킨다(설계 사양에 따라 $\pm 5\%$ 의 편차는 있을 수 있음).
- [0063] 이때, 고정자(111) 및 회전자(112)의 길이(L1, L2) 증가에 따라 고정자(111)의 철심(Armature core) 및 회전자의 철심(Pole core)의 길이가 각각 20% 증가되며, 각 철심(Armature core, Pole core)에 감기는 권선의 개수도 20% 증가된다.
- [0064] 한편, 발전기(100)의 전체적인 크기 및 주변 구성품에 영향을 주지 않기 위해 고정자(111)의 내경(D1) 및 회전자의 외경(D2)은 설계 변경하지 않고 종전 크기를 유지하며, 따라서, 전체적인 고정자(111) 및 회전자(112)의 직경 대 길이 비율(L1/D1, 또는 L2/D2)도 20% 증가하게 된다.
- [0065] 이를 기존 발전기의 설계 사양과 비교하면 아래 표 1 및 표 2와 같이 대비된다.

표 1

[0066]

고정자 설계사 양	기존 발전기			본 고안에 따른 발전기		
	길이(L1)	내경(D1)	비율(L1/D1)	길이(L1)	내경(D1)	비율(L1/D1)
치수	85.0mm	88.5mm	0.96	102mm	88.5mm	1.15
증감률	-	-	-	+20%	-	+20%

[0067]

단, 설계 사양에 따라 증가되는 치수 및 증감률은 $\pm 5\%$ 의 편차가 있을 수 있음

표 2

[0068]

회전자 설계사 양	기존 발전기			본 고안에 따른 발전기		
	길이(L2)	외경(D2)	비율(L2/D2)	길이(L2)	외경(D2)	비율(L2/D2)
치수	97mm	42mm	2.31	116.4mm	42mm	2.77
증감률	-	-	-	+20%	-	+20%

[0069]

단, 설계 사양에 따라 증가되는 치수 및 증감률은 $\pm 5\%$ 의 편차가 있을 수 있음일 실시예로서, 고정자와 결합되는 고정자 프레임(Frame) 또한 증가된 철심 길이 및 권선 개수에 맞게 약 20% 길이가 증가될 수 있다.

[0070]

일 실시예로서, 회전자와 결합되는 회전자 요철(Yoke) 또한 증가된 철심 길이 및 권선 개수에 맞게 약 20% 길이가 증가될 수 있다.

[0071]

도 4는 본 고안에 따른, 개선된 샤프트 조립체의 구성 및 그 설계 치수를 나타내기 위한 도면이다. 도 4를 참조하면, 샤프트 조립체(120, 도 2 참조)는 메인 샤프트(121) 및 기어 샤프트(122)를 포함한다. 메인 샤프트(121) 및 기어 샤프트(122)의 기본적인 기능 및 정의는 당해 기술분야에 널리 알려져 있으므로 여기서는 그에 대한 자세한 설명을 생략한다.

[0072]

도 4의 (a)는 샤프트 조립체(120)의 외형적 형상을 나타내는 도면이고, 도 4의 (b)는 샤프트 조립체(120)의 길이 방향 단면을 나타내는 도면이다. 도 4의 (a) 및 (b)에 도시된 것처럼, 메인 샤프트(121) 내부에 기어 샤프트(122)를 조립하여 전체적인 샤프트 조립체(120)가 구성된다.

[0073]

앞서, 도 3에서 회전자(112)의 길이(L2)를 증가시킴에 따라, 회전자(112)와 결합되는 샤프트 조립체(120)의 길이도 그 만큼 증가되어야 한다.

[0074]

구체적으로, 본 고안에서는 회전자(112)와 직접 결합되는 메인 샤프트(121)의 메인샤프트 직관부(L3) 및 기어샤프트 직관부(L4)를 각각 회전자의 증가된 길이만큼 증가된 길이로 변경한다. 반면에, 회전자(112)의 직경(외경 또는 내경)에 대해서는 별도의 변경을 가하지 않으므로, 그에 따라 메인 샤프트(121)의 중심부 외경(D3)에도 별도의 변경을 가하지 않는다.

[0075]

이를 기존 발전기의 설계 사양과 비교하면 아래 표 3과 같이 대비된다.

표 3

[0076]

메인 샤프트 설계사양	기존 발전기				본 고안에 따른 발전기			
	메인샤프트 직관부(L3)	기어샤프트 직관부(L4)	외경(D3)	비율(L3/D3)	메인샤프트 직관부(L3)	기어샤프트 직관부(L4)	외경(D3)	비율(L3/D3)
치수	130.5mm	97.2mm	23.8mm	5.48	150.5mm	117.2mm	23.8mm	6.3
증감률	-	-	-	-	+15.3%	+20%	-	+15%

[0077]

단, 설계 사양에 따라 증가되는 치수 및 증감률은 $\pm 5\%$ 의 편차가 있을 수 있음한편, 위 표에서는 예시적으로 메인샤프트 직관부(L3)와 외경(D3)의 비율(L3/D3)만 표시하였지만, 기어샤프트 직관부(L4)와 외경(D3)의 비율 또한 상응하게 변경됨은 자명하다.

[0078]

일 실시예로서, 메인 샤프트(112)의 축방향 길이(L3, L4) 증가에 따라, 메인 샤프트(112)에 조립되는 기어 샤프트(122)의 길이도 상응하는 길이로 증가 될 수 있다.

[0079] 한편, 회전자(112)의 길이(L2)가 증가하게 되면, 그에 따라 회전자(112)의 중량 또한 동일 길이로 증가하게 된다. 가령, 도 3의 예에서와 같이 회전자(112)의 길이(L2)를 20% 늘린다고 했을 때, 회전자(112)의 전체적인 중량 또한 20% 증가하게 되고, 샤프트 조립체(120)에 가해지는 회전자 하중(즉, 회전자에 의해 가해지는 하중)도 20% 증가하게 된다.

[0080] 따라서, 증가된 회전자 하중을 샤프트 조립체(120)가 견디기 위해서는 기어 샤프트(122)에 대해서도 설계 변경이 이루어져야 한다.

[0081] 구체적으로, 본 고안에서는 기어 샤프트(122)의 중심부 외경(D4)을 약 20% 증가시켜 더 큰 하중을 견딜 수 있도록 한다. 기어 샤프트(122)는 내부가 팍 찬 솔리드 형태의 구조물이므로, 기어 샤프트(122)의 외경(D4)을 증가시키면 그만큼 더 큰 하중에도 변형되지 않고 견딜 수 있게 된다.

[0082] 이를 기존 발전기의 설계 사양과 비교하면 아래 표 4와 같이 대비된다.

표 4

샤프트 조립체 설계사양	기존 발전기			본 고안에 따른 발전기		
	메인샤프트 외 경 (D3)	기어샤프트 외 경 (D4)	비율 (D4/D3)	메인샤프트 외 경 (D3)	기어샤프트 외 경 (D4)	비율 (D4/D3)
치수	23.8mm	8.4mm	0.35	23.8mm	10.0mm	0.42
증감률	-	-	-	-	+20%	+20%

[0084] 단, 설계 사양에 따라 증가되는 치수 및 증감률은 $\pm 5\%$ 의 편차가 있을 수 있음일 실시예로서, 샤프트 조립체(120)가 더 큰 하중을 견디도록 하기 위한 추가적인 보완책으로서, 메인 샤프트(121) 및 기어 샤프트(122)의 재질을 고경도 합금강으로 변경할 수 있다. 종래의 샤프트 조립체(120)에는 SCM415의 크롬몰리브덴 강을 사용하고 있으나, 이를 더 고경도의 SCM420 재질로 변경함으로써 하중에 대한 내구성(인장강도, 인성 등)을 높일 수 있다.

[0086] 도 5는 본 고안에 따른, 개선된 임펠러의 구성 및 그 설계 치수를 나타내기 위한 도면이다. 앞서 언급한 것처럼, 발전기(100)의 출력 계수를 증가시키기 위해, 임펠러(130)의 성능을 개선하여 전체적인 발전기의 냉각 효율을 높일 수 있다.

[0087] 이를 위해, 본 고안에서는, 임펠러(130) 폭(W)을 증가시켜 임펠러(130)의 공기 순환 능력 및 냉각 능력을 높인다. 임펠러(130)의 폭(W)을 증가시키게 되면, 팬(FAN, 131)의 면적이 그만큼 커지므로 임펠러(130)의 공기 순환 능력 및 냉각 능력이 높아진다. 한편, 이때, 임펠러(130)의 외경(D5)을 키우게 되면 전체적인 발전기(100)의 크기를 키우게 되고 주변 구성품에 영향을 주게 되므로, 임펠러(130)의 외경(D5)은 기존의 설계를 유지한다.

[0088] 이를 기존 발전기의 설계 사양과 비교하면 아래 표 5와 같이 대비된다.

표 5

임펠러 설계사양	기존 발전기			본 고안에 따른 발전기		
	임펠러 폭 (W)	임펠러 외경 (D5)	비율 (W/D5)	임펠러 폭 (W)	임펠러 외경 (D5)	비율 (W/D5)
치수	12.8mm	124mm	0.1	34.0mm	124mm	0.27
증감률	-	-	-	+166%	-	+170%

[0090] 단, 설계 사양에 따라 증가되는 치수 및 증감률은 $\pm 5\%$ 의 편차가 있을 수 있음도 6은 본 고안에 따른, 임펠러 주변으로 냉각 홀이 형성된 개선된 케이스의 구성을 나타내는 도면이다.

[0091] 도 6의 실시예에서는 임펠러(130)의 냉각 효율 개선 효과를 극대화하기 위해 임펠러(130) 주변에 냉각 홀(H)이 형성된 케이스(140)를 제안한다. 임펠러(130) 주변에 냉각 홀(H)을 형성하면, 임펠러(130) 주변의 공기가 외부로 더욱 잘 배출되어 발전기(100) 내외부의 통풍 및 공기 순환이 더욱 활발해진다. 이때, 냉각 홀(H)은 케이스(140)의 임펠러(130)를 둘러싸는 부분(A, 도 2 및 도 6 함께 참조)에 원주를 따라 형성된다.

- [0092] 일 실시예로서, 이때, 냉각 홀(H)은 상기 임펠러(130)를 둘러싸는 부분에 원주를 따라 동일 간격으로 6개가 형성될 수 있다.
- [0094] 한편, 상기 구성 요소들 외에, 그 밖의 구성요소들에 대해서도 본 고안은 다양한 부수적인 개선점을 제안한다. 이하에서는 그러한 부수적인 개선점들의 예로서 발전기(100, 도 2 참조)의 다이오드(150, 도 2 참조) 및 콘덴서 조립체(160, 도 2 참조)의 개선점에 대해 설명한다.
- [0095] 발전기(100)에는 필수적으로 다이오드(150)가 포함된다. 여기서, 다이오드는 전압을 일정한 방향으로 인가했을 때만 전류가 흐르는 전자소자로서, 교류 전류를 직류 전류로 정류하거나 교류 전류의 파형을 특정 형태로 정류하기 위해 사용하는 2단자 반도체 소자이다. 발전기(100) 내에서, 다이오드(150)는 발전부(110)가 생성하는 교류 전류를 직류 전류로 정류하기 위한 목적으로 주로 사용된다.
- [0096] 앞서 설명한 방법으로, 발전부(110), 샤프트 조립체(120), 및 임펠러(130)에 본 고안을 적용하게 되면, 그에 따라 발전하는 전류의 양이 증가한다. 그에 따라, 기존의 일반적인 80A 다이오드로는 증가된 전류량을 처리할 수 없으므로, 본 고안에서는 증가된 전류량에 맞게 다이오드(150) 사양을 80A에서 100A 다이오드로 변경하여, 다이오드(150)의 처리용량을 증가시킨다.
- [0097] 추가적으로, 증가된 발전량(발전기가 생산하는 전류량)을 커버하기 위해 콘덴서 조립체(160)의 구성도 개선할 필요가 있다. 다만, 콘덴서의 용량 증가는 콘덴서의 종류를 바꾸지 않더라도 콘덴서의 개수를 증가시키는 것으로 가능하므로, 콘덴서 조립체(160)에 들어가는 콘덴서의 개수를 기존 3개에서 4개로 1개를 추가하여 약 20% 증가한 발전량을 커버할 수 있도록 한다. 이때, 콘덴서를 수납하는 콘덴서 조립체(160)의 크기도 4개의 콘덴서를 수납할 수 있도록 약 34% 그 크기를 증가시킨다.
- [0099] 이상에서 설명한, 개선된 가스터빈 발전기에 따르면, 보조 동력 조립체의 다른 구성품에는 영향을 주지 않으면서 발전기의 용량을 크게 향상시킬 수 있다. 또한, 대용량 전력 수요에 대응할 수 있는 고회전 가스터빈 발전기를 확보하면서도, 그에 필요한 설계 변경 및 개발 비용은 최소화할 수 있는 장점이 있다. 아울러, 기존 수입에 의존하던 전자용 발전기 제품을 본 고안에 따른 국내 기술로 상용화할 수 있으므로, 수입품을 대체하고 국내 제조기술을 확보할 수 있는 산업적인 효과까지 기대할 수 있게 된다.
- [0101] 도 7은 본 고안에 따른, 고회전 가스터빈 발전기의 설계 방법을 나타내는 순서도이다. 도 7의 설계 방법은 발전기 설계 툴과 같은 컴퓨터 장치에 의해 구동되는 소프트웨어를 이용해 수행될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 다만, 본 실시예에서는 설명의 편의를 위해 소프트웨어를 구비한 컴퓨팅 장치에 의해 각 단계가 수행되는 것으로 전제한다. 이때의 컴퓨팅 장치는, 개인용 컴퓨터(PC), 워크 스테이션(Work Station), 서버(Server), 클라우드 서버(Cloud Server), 스마트폰(Smart Phone), 태블릿(Tablet), 랩탑(Laptop) 또는 노트북(Notebook)일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0102] 도 7의 실시예에서, 컴퓨팅 장치는 앞서 표 1 내지 표 5에서 설명한 기존 발전기의 치수들이 기입된 참조 표(Reference Table)를 참조하여 본 실시예에 따른 설계 방법을 수행할 수 있는 것으로 가정한다.
- [0103] S100 단계에서, 컴퓨팅 장치는 참조 표를 참조하여 참조 표에 기재된 기준 고정자 길이보다 소정의 비율이 증가된 치수로 설계 고정자 길이를 결정한다. 또한, 컴퓨팅 장치는 참조 표에 기재된 기준 회전자 길이보다 소정의 비율이 증가된 치수로 설계 회전자 길이를 결정한다.
- [0104] 이때, 기준 고정자 길이 및 기준 회전자 길이는 참조 표에 기재된 기존 발전기의 고정자 길이 및 회전자 길이를 의미하고, 설계 고정자 길이 및 설계 회전자 길이는 본 고안에 따라 설계되는 고정자 길이 및 회전자 길이를 의미한다.
- [0105] 한편, 앞서 표 1 내지 표 5에서 살펴본 바와 같이, 본 고안에서 고정자의 내경 및 회전자의 외경은 변경하지 않기 때문에, 참조 표에 기재된 기준 고정자의 길이 대 외경 비율에 비해 본 고안에 의해 도출되는 설계 고정자의 길이 대 외경 비율이 더 크게 된다.
- [0106] S200 단계에서, 컴퓨팅 장치는 참조 표를 참조하여 참조 표에 기재된 메인 샤프트의 기준 메인샤프트 직관부 길이보다 소정의 길이만큼 증가된 치수로 메인 샤프트의 설계 메인샤프트 직관부 길이를 결정한다. 또한, 컴퓨팅

장치는 참조 표에 기재된 메인 샤프트의 기준 기어샤프트 직봉부 길이보다 소정의 길이만큼 증가된 치수로 메인 샤프트의 설계 기어샤프트 직봉부 길이를 결정한다.

- [0107] 이때, 기준 메인샤프트 직관부 길이 및 기준 기어샤프트 직봉부 길이는 참조 표에 기재된 기준 발전기의 메인 샤프트의 메인샤프트 직관부 길이 및 기어샤프트 직봉부 길이를 의미하고, 설계 메인샤프트 직관부 길이 및 설계 기어샤프트 직봉부 길이는 본 고안에 따라 설계되는 메인 샤프트의 메인샤프트 직관부 길이 및 기어샤프트 직봉부 길이를 의미한다.
- [0108] 아울러, 증가하는 회전자의 하중을 견디기 위해, 컴퓨팅 장치는 참조 표를 참조하여 참조 표에 기재된 기어 샤프트의 기준 외경보다 소정의 비율이 증가된 치수로 기어 샤프트의 설계 외경을 결정한다.
- [0109] 이때, 기어 샤프트의 기준 외경은 참조 표에 기재된 기준 발전기의 기어 샤프트의 중심부 외경을 의미하고, 기어 샤프트의 설계 외경은 본 고안에 따라 설계되는 기어 샤프트의 중심부 외경을 의미한다.
- [0110] 한편, 앞서 표 1 내지 표 5에서 살펴본 바와 같이, 본 고안에서 메인 샤프트의 외경은 변경하지 않기 때문에, 참조 표에 기재된 기준 메인샤프트 직관부 길이 대 외경 비율에 비해 본 고안에 의해 도출되는 설계 메인샤프트 직관부 길이 대 외경 비율이 더 크게 된다. 또한, 참조 표에 기재된 메인 샤프트의 외경 대 기어 샤프트의 외경 비율에 비해 본 고안에 의해 도출되는 메인 샤프트의 외경 대 기어 샤프트의 외경 비율이 더 크게 된다.
- [0111] 또한, 일 실시예로서, 컴퓨팅 장치는 기어 샤프트의 재질을 참조 표에 기재된 재질보다 인장강도 및 인성이 증가된 고경도 재질로 변경할 수 있다.
- [0112] S300 단계에서, 컴퓨팅 장치는 참조 표를 참조하여 참조 표에 기재된 기준 임펠러 폭보다 소정의 비율이 증가된 치수로 설계 임펠러 폭을 결정한다.
- [0113] 이때, 기준 임펠러 폭은 참조 표에 기재된 기준 발전기의 임펠러의 폭을 의미하고, 설계 임펠러 폭은 본 고안에 따라 설계되는 임펠러의 폭을 의미한다.
- [0114] 한편, 앞서 표 1 내지 표 5에서 살펴본 바와 같이, 본 고안에서 임펠러의 외경은 변경하지 않기 때문에, 참조 표에 기재된 기준 임펠러 폭 대 외경 비율에 비해 본 고안에 의해 도출되는 설계 임펠러 폭 대 외경 비율이 더 크게 된다.
- [0115] S400 단계에서, 컴퓨팅 장치는 케이스의 임펠러를 둘러싸는 부분에 냉각 홀이 형성되도록 케이스를 디자인한다. 이때, 컴퓨팅 장치는 케이스의 임펠러를 둘러싸는 부분의 원주를 따라 복수의 냉각 홀을 형성할 수 있으며, 보다 구체적으로는 상기 원주를 따라 동일 간격으로 6개의 냉각 홀을 형성할 수 있다.
- [0116] 일 실시예로서, 컴퓨팅 장치는 추가적으로 발전기의 다이오드 사양을 참조 표에 기재된 사양보다 더 높게 변경할 수 있다.
- [0117] 일 실시예로서, 컴퓨팅 장치는 추가적으로 콘덴서 조립체의 크기를 참조 표에 기재된 크기보다 더 크게 변경하여, 콘덴서 조립체가 더 많은 수의 콘덴서를 수납하도록 할 수 있다.
- [0119] 도 8은 본 고안에 따른, 고회전 가스터빈 발전기의 보조 동력 조립체 내 위치 및 주변의 주요 구성품을 부연 설명하기 위한 도면이다.
- [0120] 도 8을 참조하면, 본 고안에 따른 개선된 가스터빈 발전기가 보조 동력 조립체에 조립된 모습이 도시된다. 보조 동력 조립체에서 발전기의 주변에는 기어 박스, 연소실 조립체, 터빈 조립체, 컵 모터, 시동기 모터, 전압 조정기 및 터빈 컨트롤 유닛이 위치한다.
- [0121] 발전기의 발전 용량을 증가시키기 위해 일반적으로 알려진 다른 방법들을 사용하면 발전기의 부피가 크게 커지게 되고, 그에 따라 발전기의 주변 구성품들(예를 들어, 기어 박스, 연소실 조립체, 터빈 조립체, 컵 모터, 시동기 모터, 전압 조정기 및 터빈 컨트롤 유닛)의 크기 및 위치를 커진 발전기 부피에 맞게 조정하기 위해, 상기 주변 구성품들에 대해서도 추가적인 설계 변경이 뒤따라야 한다. 그러나, 매우 큰 설계 상의 어려움과 비용 증가를 초래하므로 바람직하지 않다.
- [0122] 반면에, 본 고안에 따르면, 발전기의 용량을 약 20%(오차를 고려하면 15%에서 25%) 증가시키면서도, 발전기의 크기를 그대로 유지할 수 있으므로 주변 구성품을 설계 변경하지 않을 수 있다. 그에 따라, 종래 기술 대비 현저하게 발전기의 용량 증가를 위한 설계가 쉬워지고 그에 소요되는 설계 비용 및 제작 비용도 크게 절감할

수 있다.

[0124] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 고안의 실시예들을 설명하였지만, 본 고안이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 본 고안이 다른 구체적인 형태로도 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

[0125] 본 고안의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 고안에 의해 정의되는 기술적 사상의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

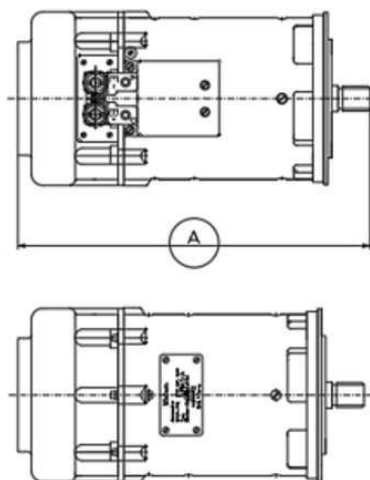
부호의 설명

[0126] 100: 가스터빈 발전기
110: 발전부
111: 고정자 112: 회전자
120: 샤프트
121: 메인 샤프트 122: 기어 샤프트
130: 임펠러
140: 발전기 케이스
150: 다이오드
160: 콘덴서 조립체

도면

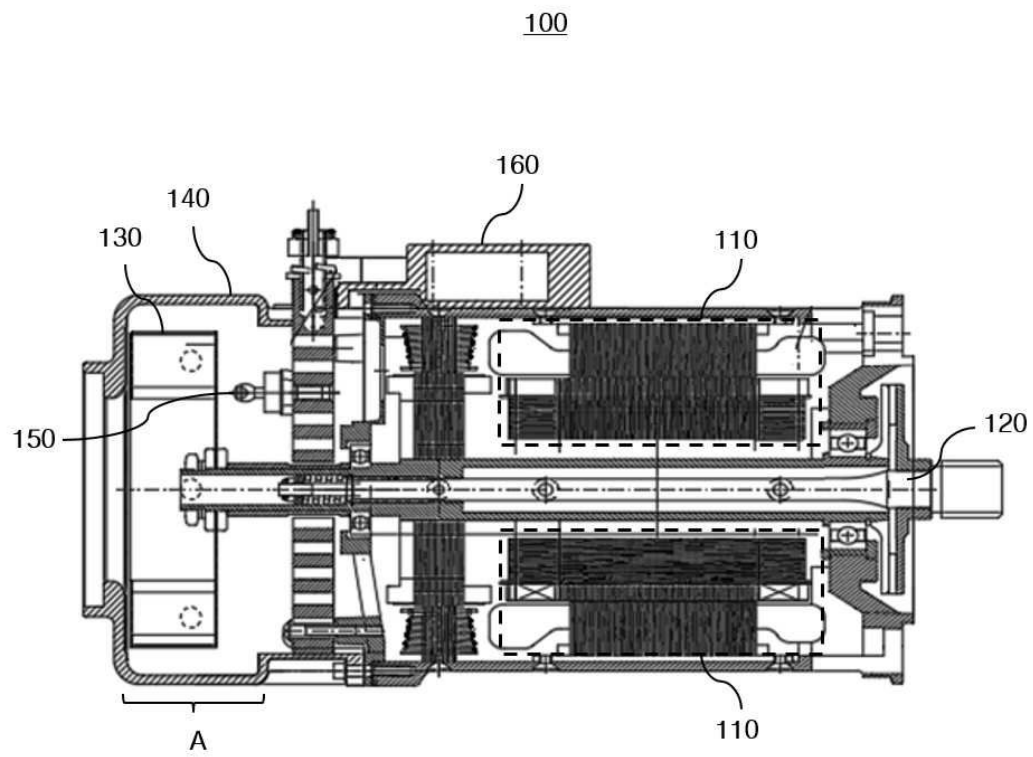
도면1

10



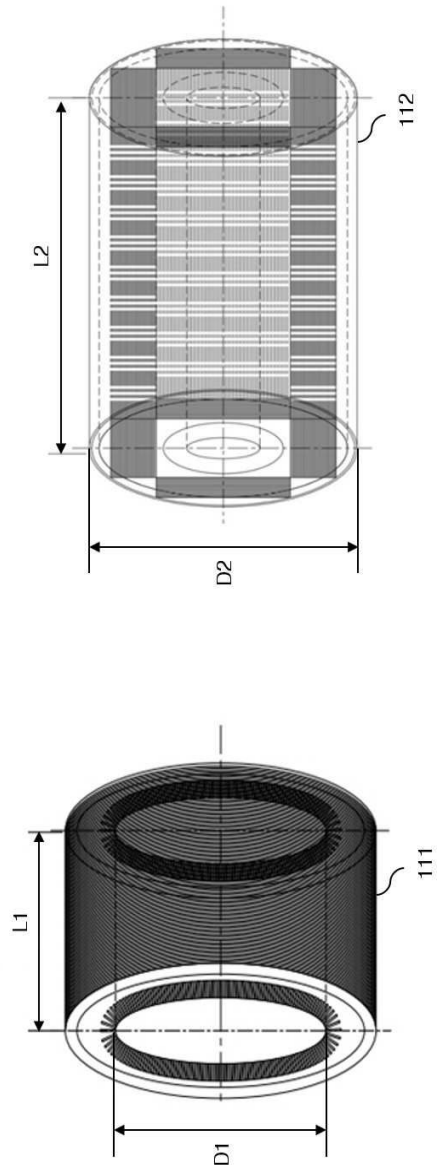
발전기 사양	
발전 능력	10KW
시동 전압	DC 24V
발전 전압	DC 28V
과전압조건	DC 32V 이상
사용 회전	12000R/M

도면2

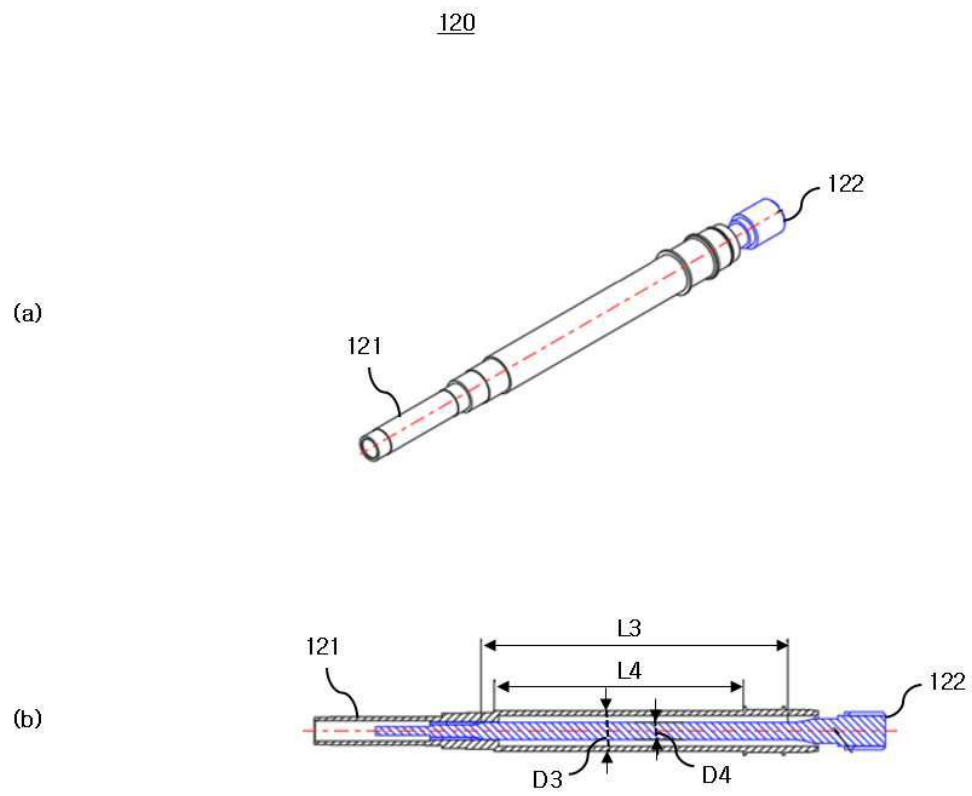


도면3

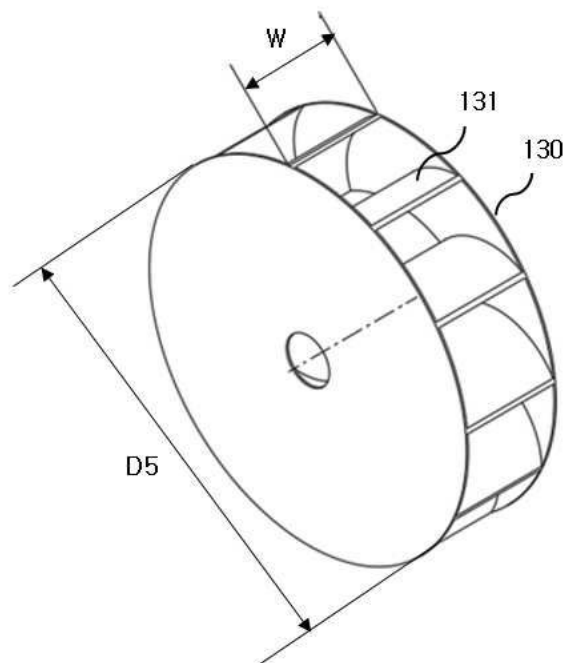
110



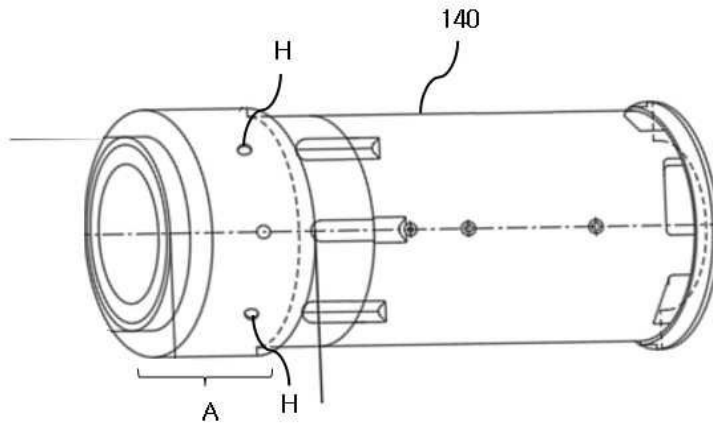
도면4



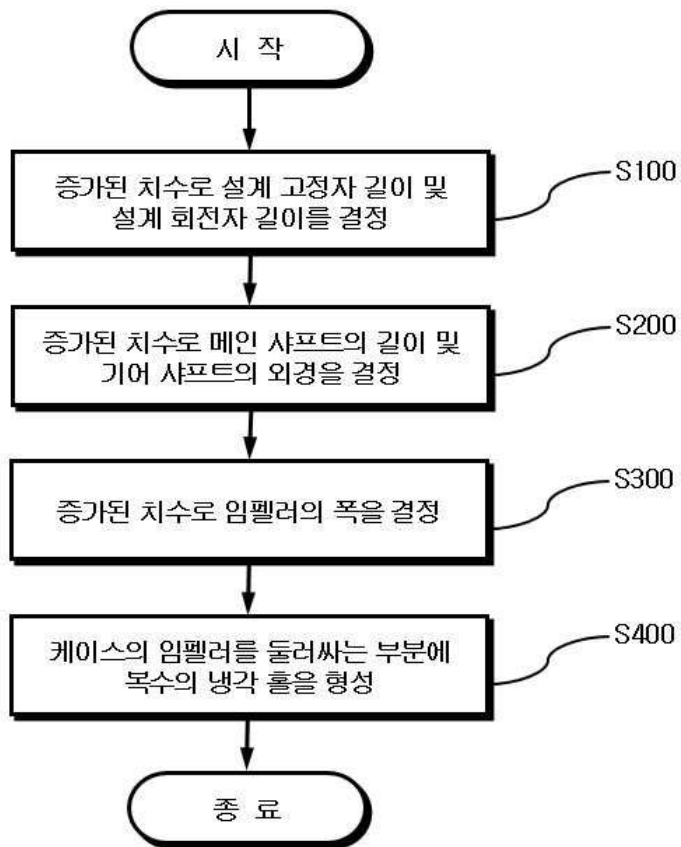
도면5



도면6



도면7



도면8

