

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2020년 6월 18일 (18.06.2020)



(10) 국제공개번호

WO 2020/122526 A1

(51) 국제특허분류:

F02B 41/10 (2006.01)

F02B 39/10 (2006.01)

F02B 63/04 (2006.01)

F01N 5/04 (2006.01)

H02J 7/14 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2019/017289

(22) 국제출원일:

2019년 12월 9일 (09.12.2019)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2018-0160516 2018년 12월 13일 (13.12.2018) KR

(71) 출원인: 두산인프라코어 주식회사 (DOOSAN INFRA-CORE CO., LTD.) [KR/KR]; 22502 인천시 동구 인중로 489, Incheon (KR).

(72) 발명자: 한영덕 (HAN, Youngdeok); 22502 인천시 동구 인중로 489, Incheon (KR). 유덕근 (YOO, Dockoon);

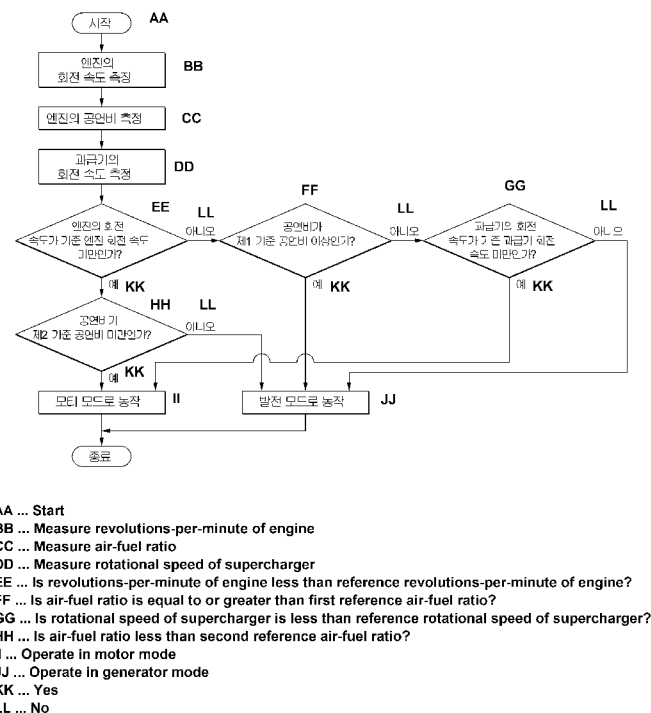
22502 인천시 동구 인중로 489, Incheon (KR). 박준정 (PARK, Junjung); 22502 인천시 동구 인중로 489, Incheon (KR). 이종윤 (LEE, Jongyoon); 22502 인천시 동구 인중로 489, Incheon (KR). 조자윤 (CHO, Jayun); 22502 인천시 동구 인중로 489, Incheon (KR). 강은아 (KANG, Euna); 22502 인천시 동구 인중로 489, Incheon (KR).

(74) 대리인: 특허법인 위더피플 (WETHEPEOPLE IP & LAW FIRM); 03752 서울시 서대문구 경희대로 47 진양빌딩 6층 특허법인 위더피플, 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA,

(54) Title: TURBO COMPOUNDING SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 터보 컴파운딩 시스템



(57) Abstract: A turbo compounding system, according to an embodiment of the present invention, comprises: a supercharger including a turbine rotated by the pressure of an exhaust gas discharged from an engine and a compressor rotated by the rotational power of the turbine and compressing and supplying fresh external air to the engine; a motor-generator that is rotated by the rotational power of the compressor of the supercharger to generate electric power or adds rotational power to the compressor of the supercharger; and a control device that operates the motor-generator as a motor or a generator according to the current rotational speed of the engine, wherein power lost in the engine may be recovered.

PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 본 발명의 실시예에 따른 터보 컴파운딩 시스템은 엔진에서 배출된 배기가스의 압력으로 회전하는 터빈과 상기 터빈의 회전 동력으로 회전하며 상기 엔진에 새로운 외부 공기를 압축하여 공급하는 압축기를 포함하는 과급기와, 상기 과급기의 압축기의 회전 동력으로 회전하여 발전하거나 상기 과급기의 압축기에 회전 동력을 보태는 모터겸 발전기, 그리고 상기 엔진의 현재 회전 속도에 따라 상기 모터겸 발전기를 모터로 동작시키거나 발전기로 동작시키는 제어 장치를 포함하며, 상기 엔진에서 버려지는 동력을 회수할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 터보 컴파운딩 시스템

기술분야

- [1] 본 발명은 터보 컴파운딩 시스템(Turbo-compounding system)에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 엔진에서 버려지는 동력을 회수하는 터보 컴파운딩 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 근래에 괄목할 만한 기술 개발의 성과로 높은 효율을 갖게 된 내연기관에서도 버려지는 에너지가 상당하기 때문에 폐에너지 회수에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 폐에너지 회수를 위해 현재 가장 활발히 연구되고 있는 분야는 배기가스의 운동에너지를 회수하는 터보 컴파운딩 시스템(Turbo-compounding system)과 랭킹 사이클(Rankine Steam Cycle)이 있다. 이 중에서 터보 컴파운딩 시스템(Turbo-compounding system)은 다른 폐에너지 회수 방법보다 적용이 용이하며, 폐에너지 회수 효율도 상당하기 때문에 많은 연구 개발이 활발히 이루어지고 있다.
- [3] 터보 컴파운딩 시스템(Turbo-compounding system)은 일반적으로 기계식과 전기식으로 구분이 되는데, 기계식은 과급기의 터빈에서 생성된 동력을 터빈축과 기어를 통해 크랭크축에 전달하는 방식이며, 전기식은 과급기의 터빈에서 생성된 동력을 전기 에너지로 전환하여 활용하는 방식이다.
- [4] 전기식 터보 컴파운딩 시스템(Electric turbo-compounding system, E-TCS)은 기존의 과급기(Turbocharger)에 모터겸 발전기를 융합한 기술이다. 그리고 전기식 터보 컴파운딩 시스템은 다시 일체형과 분리형으로 구분될 수 있다. 분리형 전기식 터보 컴파운딩 시스템은 기존의 과급기(Turbocharger)의 터빈(Turbine)과 모터겸 발전기가 따로 분리되어 있으며, 일체형 전기식 터보 컴파운딩 시스템은 과급기(Turbocharger)와 모터겸 발전기가 하나의 구성 요소로 마련되어 있다. 여기서, 모터겸 발전기는 모터로 동작하여 과급기의 성능을 증대시키거나 발전기로 동작하여 과급기의 회전 동력을 전기 에너지로 변환시키게 된다.
- [5] 그런데, 모터겸 발전기를 어느 시점에 모터로 동작시키고 어느 시점에 발전기로 동작시킬 것인가에 대한 제어는 터보 컴파운딩 시스템이 적용되는 장비마다 달라질 수밖에 없다. 하지만, 기본적으로 엔진의 회전 속도가 상대적으로 고속 또는 중속 영역에 속할 때에는 모터겸 발전기가 발전을 하면서도 엔진의 연비를 동등 수준으로 유지하고, 엔진의 회전 속도가 저속 영역에 속할 때에는 엔진의 성능을 개선할 수 있도록 제어되는 터보 컴파운딩 시스템이 요구되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명의 실시예는 엔진의 연비와 성능을 향상시킬 수 있는 터보 컴파운딩 시스템(Turbo-compounding system)을 제공한다.

과제 해결 수단

- [7] 본 발명의 실시예에 따르면, 엔진에서 버려지는 동력을 회수하는 터보 컴파운딩 시스템(Turbo-compounding system)은 상기 엔진에서 배출된 배기가스의 압력으로 회전하는 터빈과 상기 터빈의 회전 동력으로 회전하며 상기 엔진에 새로운 외부 공기를 압축하여 공급하는 압축기를 포함하는 과급기와, 상기 과급기의 압축기의 회전 동력으로 회전하여 발전하거나 상기 과급기의 압축기에 회전 동력을 보태는 모터겸 발전기, 그리고 상기 엔진의 현재 회전 속도에 따라 상기 모터겸 발전기를 모터로 동작시키거나 발전기로 동작시키는 제어 장치를 포함한다.
- [8] 상기 제어 장치는 상기 엔진의 현재 회전 속도와 함께 상기 엔진의 현재 공연비 및 상기 과급기의 현재 회전 속도를 고려하여 상기 모터겸 발전기를 모터로 동작시키거나 발전기로 동작시킬 수 있다.
- [9] 또한, 상기 제어 장치는 상기 엔진의 회전 속도가 기설정된 기준 엔진 회전 속도 이상이고 상기 공연비가 기설정된 제1 기준 공연비 이상인 경우와, 상기 엔진의 회전 속도가 상기 기준 엔진 회전 속도 이상이고 상기 공연비가 상기 제1 기준 공연비 미만이지만 상기 과급기의 회전 속도가 기설정된 기준 과급기 회전 속도 이상인 경우, 그리고 상기 엔진의 회전 속도가 상기 기준 엔진 회전 속도 미만이지만 상기 공연비가 기설정된 제2 기준 공연비 이상인 경우에는 상기 모터겸 발전기를 발전 모드로 동작시킬 수 있다. 그리고 상기 엔진의 회전 속도가 상기 기준 엔진 회전 속도 이상이고 상기 공연비가 상기 제1 기준 공연비 미만이면서 상기 과급기의 회전 속도도 상기 기준 과급기 회전 속도 미만인 경우와, 상기 엔진의 회전 속도가 상기 기준 엔진 회전 속도 미만이면서 상기 공연비가 상기 제2 기준 공연비 미만인 경우에는 상기 모터겸 발전기를 모터 모드로 동작시킬 수 있다.
- [10] 상기 모터겸 발전기는 상기 과급기의 상기 압축기와 상대적으로 인접하고 상기 터빈과 상대적으로 멀리 이격될 수 있다. 그리고 상기한 터보 컴파운딩 시스템은 상기 과급기의 압축기와 상기 모터겸 발전기를 연결하는 동력 전달축을 더 포함할 수 있다.
- [11] 또한, 상기한 터보 컴파운딩 시스템은 상기 모터겸 발전기와 상기 과급기를 연결하는 상기 동력 전달축 상에 설치되어 상기 과급기 및 상기 모터겸 발전기 중 어느 하나의 회전력을 회전 속도로 변속하여 나머지 하나로 전달하는 변속기를 더 포함할 수 있다. 그리고 상기 제어부는 상기 모터겸 발전기가 상기 발전 모드로 동작할 때 상기 모터겸 발전기의 회전 속도를 기 설정된 목표 회전 속도로 유지시킬 수 있다.

- [12] 또한, 상기한 터보 컴파운딩 시스템은 상기 모터겸 발전기에서 생산되는 전력을 변환 및 제어하는 전력 변환 장치와, 상기 전력 변환 장치가 변환시킨 전력을 저장하는 에너지 저장 장치를 더 포함할 수 있다.
- [13] 상기 에너지 저장 장치에 저장된 전력은 냉각팬, 냉각수 펌프, 에어컨, 및 공기 압축기 중 하나 이상에 공급될 수 있다.

발명의 효과

- [14] 본 발명의 실시예에 따르면, 터보 컴파운딩 시스템(Turbo-compounding system)은 엔진의 연비와 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [15] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 터보 컴파운딩 시스템의 구성도이다.
- [16] 도 2는 도 1의 터보 컴파운딩 시스템의 동작 과정을 나타낸 순서도이다.
- [17] 도 3은 도 1의 터보 컴파운딩 시스템에 사용된 모터겸 발전기의 회전 속도에 따른 출력과 효율을 예시적으로 나타낸 그래프이다.
- [18] 도 4 및 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 실험예와 비교예의 실험 결과를 대비한 그래프들이다.
- [19] 도 6은 모터겸 발전기의 회전 속도별 발전 전력과 에너지 변환 효율을 나타낸 그래프이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [20] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [21] 도면들은 개략적이고 축척에 맞게 도시되지 않았다는 것을 일러둔다. 도면에 있는 부분들의 상대적인 치수 및 비율은 도면에서의 명확성 및 편의를 위해 그 크기에 있어 과장되거나 축소되어 도시되었으리 임의의 치수는 단지 예시적인 것이지 한정적인 것은 아니다. 그리고 둘 이상의 도면에 나타나는 동일한 구조물, 요소 또는 부품에는 동일한 참조 부호가 유사한 특징을 나타내기 위해 사용된다.
- [22] 본 발명의 실시예는 본 발명의 이상적인 실시예를 구체적으로 나타낸다. 그 결과, 도해의 다양한 변형이 예상된다. 따라서 실시예는 도시한 영역의 특정 형태에 국한되지 않으며, 예를 들면 제조에 의한 형태의 변형도 포함한다.
- [23] 이하, 도 1 내지 도 3을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 터보 컴파운딩 시스템(Turbo-compounding system)(101)을 설명한다.
- [24] 본 발명의 일 실시예에 따른 터보 컴파운딩 시스템(101)은 엔진(100)에서 버려지는 동력을 회수하기 위한 것으로, 가솔린 엔진과 디젤 엔진 전반에 적용이 가능하다. 구체적으로 예를 들면, 터보 컴파운딩 시스템(101)은 굴삭기, 휠로더, 지게차, 천공기 등의 각종 건설 기계 뿐만 아니라, 버스, 트럭, 선박, 및 발전기

등에 활용될 수 있다.

- [25] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 터보 컴파운딩 시스템(Turbo-compounding system)(101)은 과급기(200), 모터겸 발전기(300), 및 제어 장치(600)를 포함한다.
- [26] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 터보 컴파운딩 시스템(101)은 동력 전달축(400), 전력 변환 장치(700), 및 에너지 저장 장치(800)를 더 포함할 수 있다.
- [27] 과급기(200)는 터빈(210)과 압축기(230)를 포함한다. 터빈(210)은 엔진(100)에서 배출된 배기가스의 압력으로 회전하게 된다. 압축기(230)는 터빈(210)으로부터 회전 동력을 전달받아 회전하며 엔진(100)에 새로운 외부 공기를 압축하여 공급한다. 이때, 터빈(210)과 압축기(230)는 동축으로 연결될 수 있다. 즉, 터빈(210)과 압축기(230)는 동일한 회전 속도로 회전하게 된다.
- [28] 모터겸 발전기(300)는 과급기(200)의 압축기(230)의 회전 동력으로 회전하여 전기 에너지를 생성하거나 반대로 과급기(200)의 압축기(230)에 회전 동력을 보낼 수 있다. 구체적으로, 모터겸 발전기(300)는 후술할 제어 장치(600)의 제어에 따라 모터(motoring) 모드 또는 발전(generating) 모드로 구분 동작할 수 있다. 모터겸 발전기(300)가 모터 모드로 동작하면, 과급기(200)의 압축기(230)에 회전 동력을 보태게 된다. 즉, 모터겸 발전기(300)는 압축기(230)의 회전 속도를 증가시킨다. 반면, 모터겸 발전기(300)가 발전 모드로 동작하면 과급기(200)의 압축기(230)로부터 회전 동력을 전달받아 발전하게 된다.
- [29] 동력 전달축(400)은 과급기(200)의 압축기(230)와 모터겸 발전기(300)를 연결한다. 즉, 동력 전달축(400)에 의해 압축기(230)의 회전 동력이 모터겸 발전기(300)에 전달되거나 반대로 모터겸 발전기(300)의 회전 동력이 압축기(230)에 전달될 수 있다. 이에, 모터겸 발전기(300)는 과급기(200)로부터 폐에너지를 회수하여 전력을 생산하거나 과급기(200)에 회전 동력을 보태어 과급기(200)의 성능을 향상시킬 수 있게 된다.
- [30] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에서는, 모터겸 발전기(300)가 과급기(200)의 터빈(210)과 압축기(230) 사이에 배치되지 않는다. 즉, 모터겸 발전기(300)는 동력 전달축(400)을 통해 압축기(230)와 연결되지만 터빈(210)과는 거리상 이격된다. 모터겸 발전기(300)는 압축기(230)와 터빈(210) 중에서 압축기(230)와는 상대적으로 인접하고, 터빈(210)과는 상대적으로 멀리 이격된다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 모터겸 발전기(300)가 터빈(210)의 높은 온도에 영향을 덜 받을 수 있다. 또한, 모터겸 발전기(300)가 과급기(200)의 터빈(210)과 압축기(230) 사이의 협소한 공간에서 벗어나 설치되므로, 모터겸 발전기(300)를 냉각시키기 위한 냉각 시스템을 구현하기 위한 공간도 상대적으로 여유 있게 확보할 수 있다.
- [31] 이에, 본 발명의 일 실시예에 따른 터보 컴파운딩 시스템(101)은 냉각 효율과 내구성도 향상시킬 수 있게 된다.

- [32] 예시적인 실시예에 따르면, 동력 전달축(400)과 모터겸 발전기(300)의 사이에 변속기(500)가 설치될 수 있다. 변속기(500)는 모터겸 발전기(300)로 전달되는 동력 전달축(400)의 회전력을 회전 속도로 변속시키면서 전달할 수 있고, 모터겸 발전기(300)의 회전력을 회전 속도를 변속시키면서 동력 전달축(400)에 전달할 수 있다. 구체적으로, 변속기(500)는 압축기(230)와 모터겸 발전기(300)이 사이에 배치될 수 있으며, 모터겸 발전기(300)가 발전할 때 모터겸 발전기(300)를 압축기(230)보다 낮은 회전 속도로 회전시킬 수 있다. 즉, 변속기(500)는 모터겸 발전기(300)의 발전시 압축기(230)가 모터겸 발전기(300)에 전달하는 회전 동력의 회전 속도를 감속시킬 수 있다.
- [33] 또한, 변속기(500)는 모터겸 발전기(300)가 발전 모드로 동작할 때 모터겸 발전기(300)의 회전 속도를 모터겸 발전기(300)가 최대 발전 효율 또는 최대 에너지 변환 효율을 갖는 회전 속도, 즉 목표 회전 속도로 감속시킬 수 있다.
- [34] 한편, 변속기(500)가 모터겸 발전기(300)에 전달되는 회전 속도를 감속시키지 않는다면, 결과적으로 모터겸 발전기(300)는 과급기(200)의 터빈(210)과 동일한 회전 속도로 회전하게 된다. 그런데, 모터겸 발전기(300)가 최적의 효율로 동작하는 회전 속도는 과급기(200)의 터빈(210)의 회전 속도와 상이하다. 예를 들어, 과급기(200)의 터빈(210)은 통상적으로 120,000rpm 이상의 회전 속도를 갖는다. 이러한 터빈(210)의 회전 속도는 모터겸 발전기(300)가 최대 발전 효율 또는 최대 에너지 변환 효율을 갖는 회전 속도보다 매우 높다. 그러나 본 발명의 일 실시예에서는, 변속기(500)를 사용하여 압축기(230)가 모터겸 발전기(300)에 전달하는 회전 동력의 회전 속도를 모터겸 발전기(300)가 최대 발전 효율 또는 최대 에너지 변환 효율을 갖는 회전 속도로 감속시킬 수 있다.
- [35] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 터보 컴파운드 시스템(101)은 발전 효율을 극대화시킬 수 있다.
- [36] 전력 변환 장치(700)는 모터겸 발전기(300)에서 생산된 전력을 변환시켜 에너지 저장 장치(800)에 저장하고, 모터겸 발전기(300)가 발전 모드로 구동되게 하거나 에너지 저장 장치(800)의 전력을 이용하여 모터겸 발전기(300)가 모터 모드로 구동되도록 제어한다. 구체적으로, 전력 변환 장치(700)는 모터겸 발전기(300)에서 생성된 전력을 기설정된 전압과 전류로 변환시킨다. 이때, 기설정된 전압과 전류를 모터겸 발전기(300)에서 생산된 전력의 사용 용도에 따라 결정될 수 있다. 또한, 전력 변환 장치(700)는 모터겸 발전기(300)가 모터 모드로 구동되게 하여 압축기(230)에 동력을 제공할 수 있게 할 수 있다. 전력 변환 장치(700)는 복수의 전력 제어 소자를 구비하고, 해당 전력 제어 소자의 스위칭 제어에 의해 모터겸 발전기(300)를 발전 모드 또는 모터 모드로 작동되게 할 수 있다.
- [37] 에너지 저장 장치(800)는 전력 변환 장치(700)가 변환시킨 전력을 저장한다. 일례로, 에너지 저장 장치(800)는 충전지일 수 있다. 에너지 저장 장치(800)에 저장된 전력은 터보 컴파운드 시스템(101)이 적용된 굴삭기, 휠로더, 지게차,

천공기 등의 각종 건설 기계 또는 버스, 트럭, 선박, 및 발전기 등에 사용되는 냉각팬(910), 냉각수 펌프(920), 에어컨(930), 및 공기 압축기(940) 중 하나 이상에 공급될 수 있다.

[38] 또한, 에너지 저장 장치(800)에 저장된 전력은 모터겸 발전기(300)가 모터 모드로 동작할 때 활용될 수 있다.

[39] 제어 장치(600)는 엔진(100)의 현재 회전 속도에 따라 모터겸 발전기(300)를 제어하여 모터로 동작시키거나 발전기로 동작시키게 된다. 또한, 제어 장치(600)는 엔진(100)의 현재 회전 속도와 함께 엔진(100)의 현재 공연비 및 과급기(200)의 현재 회전 속도를 고려하여 모터겸 발전기(300)를 모터로 동작시키거나 발전기로 동작시킬 수 있다. 여기서, 공연비는 엔진(100)의 연소실에 공급되는 공기와 연료의 혼합비율을 의미한다. 이러한 모터겸 발전기(300)의 모터 모드 및 발전 모드 구동의 구동 변환은 제어 장치(600)가 전력 변환 장치(700)의 전력 제어 소자를 스위칭 제어함으로써 이루어 질 수 있다. 또한, 제어 장치(600)는 전력 변환 장치(700)의 제어를 위해 전력 변환 장치(700) 내 전력 제어 소자의 스위칭 결과를 피드백 받을 수 있고, 전력 변환 장치(700)내의 전압/전류에 대한 센싱 신호를 입력 받을 수 있다. 이러한 제어 장치(600)는 전력 변환 장치(700)와 일체로 구성될 수 있다. 이 경우 모터겸 발전기(300)의 제어를 위해 제어 장치(600)로 입력되는 각종 신호들은 일체로 구성된 전력 변환 장치(700)로 입력될 수 있다.

[40] 한편, 제어 장치(600)는 엔진(100)의 회전 속도 및 과급기(200)의 회전 속도에 대한 정보를 엔진(100)과 과급기(200)에 내장된 속도 센서로부터 전달받거나 별도로 장착된 회전 센서를 통해 전달받을 수 있다. 또한, 제어 장치(600)는 모터겸 발전기(300)의 현재 회전 속도와 기 설정된 목표 회전 속도와 비교를 통해 변속기(500)를 제어할 수 있다. 예시적인 실시예에 따르면, 변속된 모터겸 발전기(300)의 회전 속도를 지속적으로 측정하여 모터겸 발전기(300)의 현재 회전 속도가 목표 회전 속도를 추종하도록 변속기(500)를 피드백 제어할 수 있다. 모터겸 발전기(300)의 목표 회전 속도는 모터겸 발전기(300)의 사양과 성능 그리고 동작 조건에 따라 최적의 에너지 변환 효율 및 발전 효율을 갖는 회전 속도로 기설정될 수 있다. 일례로, 도 3에 도시한 바와 같은, 맵핑 그래프를 활용하여 모터겸 발전기(300)의 목표 회전 속도를 설정할 수 있다. 구체적으로, 도 6은 모터겸 발전기(300)의 회전 속도별 발전 전력과 에너지 변환 효율을 나타낸 그래프이다. 이러한 맵핑 그래프는 모터겸 발전기(300)를 시험적으로 동작시켜 마련할 수 있다.

[41] 또한, 모터겸 발전기(300)가 최대 발전 효율 또는 최대 에너지 변환 효율을 갖는 목표 회전 속도는 모터겸 발전기(300)의 동작 조건이 변경됨에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 모터겸 발전기(300)의 동작 조건이 변경되면 전술한 맵핑 그래프를 활용하여 목표 회전 속도를 실시간으로 변경하고, 변경된 목표 회전 속도를 추종하도록 변속기(500)를 피드백 제어할 수 있다.

- [42] 한편, 모터겸 발전기(300)의 목표 회전 속도는 모터겸 발전기(300)의 사양과 성능 그리고 동작 조건에 따라 최적의 에너지 변환 효율 및 발전 효율을 갖는 회전 속도로 기설정될 수 있다.
- [43] 또한, 제어 장치(600)는 엔진(100)의 공연비를 해당 기술분야의 종사자에게 공지된 다양한 방법으로 측정 또는 추정할 수 있다. 예를 들어, 엔진(100)을 제어하는 제어 장치(600)에는 엔진(100)을 가속시키기 위한 엑셀 신호와 엔진(100)의 회전 속도에 따른 기준 공연비가 기설정되며, 엔진(100)은 기준 공연비에 맞게 연료를 분사하게 된다. 그리고 엔진(100)에서 배출된 배기가스의 산소 농도를 측정하여 엔진(100)에 공급된 공기의 양을 추정한다. 즉, 엔진(100)에 공급된 연료와 공기의 양을 추정하여 실제 공연비를 산출할 수 있다. 이때, 엔진(100)에 공급된 연료량과 비교하여 산소 농도 측정을 통해 추정된 공기의 양이 많다면 희박 연소로 판단하고, 엔진(100)에 공급된 연료량과 비교하여 산소 농도 측정을 통해 추정된 공기의 양이 적다면 농후 연소로 판단할 수 있다. 희박 연소는 농후 연소에 비해 공기 비율이 많기 때문에 안정적인 연소가 이루어져 일산화탄소(CO)나 탄화수소(HC) 발생이 적고 연소 최고 온도도 그다지 높아지지 않기 때문에 질소산화물(NOx) 발생도 적어 연비점에서 유리하지만, 농후 연소에 비해 출력이 일반적으로 낮아진다.
- [44] 이하, 도 2 및 도 3을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따라 제어 장치(600)가 모터겸 발전기(300)를 제어하는 동작 과정을 상세히 설명한다.
- [45] 먼저, 도 2 및 도 3에 도시한 바와 같이, 엔진(100)의 회전 속도와 공연비 그리고 과급기(200)의 회전 속도를 측정한다.
- [46] 다음, 제어 장치(600)는 엔진(100)의 회전 속도와 공연비 그리고 과급기(200)의 회전 속도를 고려하여 모터겸 발전기(300)를 발전 모드 또는 모터 모드로 구분 동작 시킨다.
- [47] 구체적으로, 제어 장치(600)는 엔진(100)의 회전 속도가 기설정된 기준 엔진 회전 속도 이상이고 엔진(100)의 공연비가 기설정된 제1 기준 공연비 이상인 경우와, 엔진(100)의 회전 속도가 기준 엔진 회전 속도 이상이고 엔진(100)의 공연비가 제1 기준 공연비 미만이지만 과급기(200)의 회전 속도가 기설정된 기준 과급기 회전 속도 이상인 경우, 그리고 엔진(100)의 회전 속도가 기준 엔진 회전 속도 미만이지만 엔진(100)의 공연비가 기설정된 제2 기준 공연비 이상인 경우에는 모터겸 발전기(300)를 발전 모드로 동작시킬 수 있다.
- [48] 여기서, 기준 엔진 회전 속도는 엔진(100)의 최대 출력시 회전 속도에서 엔진(100)의 무부하 운전시 회전 속도를 뺀 값에서 0.55를 곱한 회전 속도일 수 있다. 그리고 기준 과급기 회전 속도는 과급기(200)의 최대 속도에 0.6을 곱한 회전 속도일 수 있다. 또한, 제1 기준 공연비는 20이고, 제2 기준 공연비는 18일 수 있다.
- [49] 또한, 제어 장치(600)는 엔진(100)의 회전 속도가 기준 엔진 회전 속도 이상이고 엔진(100)의 공연비가 제1 기준 공연비 미만이면서 과급기(200)의 회전 속도도

기준 과급기 회전 속도 미만 경우와, 엔진(100)의 회전 속도가 기준 엔진 회전 속도 미만이면서 엔진(100)의 공연비가 제2 기준 공연비 미만인 경우에는 모터겸 발전기(300)를 모터 모드로 동작시킬 수 있다.

[50] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 터보 컴파운딩 시스템(101)에 사용된 모터겸 발전기(300)의 출력과 효율을 예시적으로 나타낸 그래프이다.

[51] 도 3에 나타난 바와 같이, 엔진(100)의 회전 속도가 1500rpm 내지 1900rpm일 때, 모터겸 발전기(300)를 발전 모드로 동작시켜 약 3kw 내지 8kW의 전기 에너지를 생성할 수 있다. 그리고 생성된 전기 에너지는 에너지 저장 장치(800)에 저장하였다가 모터겸 발전기(300)를 모터 모드로 동작시킬 때 활용할 수 있다. 예시적으로, 엔진(100)의 회전 속도는 800rpm 내지 1200rpm을 저속 영역으로 1300rpm 이상을 중속 또는 고속 영역으로 구분할 수 있다. 즉, 엔진(100)의 회전 속도가 중속 또는 고속 영역에 속할 때 모터겸 발전기(300)를 발전 모드로 동작시켜 에너지를 회수한 후 엔진(100)의 회전 속도가 저속 영역에 속할 때 모터겸 발전기(300)를 모터 모드로 동작시켜 엔진(100)의 성능을 향상시킬 수 있다.

[52] 이와 같은 구성에 의하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 터보 컴파운딩 시스템(101)은 엔진(100)의 연비와 성능을 향상시킬 수 있다.

[53] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 터보 컴파운딩 시스템(101)은 냉각 효율과 내구성도 향상시킬 수 있다.

[54] 이하, 도 4 및 도 5을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 터보 컴파운딩 시스템(101)이 적용된 실험예와 일반적인 과급기가 적용된 비교예를 대비하여 엔진(100)의 회전 속도별 토크와 연비를 실험한 결과를 살펴본다.

[55] 도 4 및 도 5에서 나타난 바와 같이, 실험예를 비교예와 대비하여 살펴보면, 엔진(100)의 회전 속도가 800rpm 내지 1200rpm에 해당하는 저속 영역일 때, 실험예에서의 엔진(100)의 토크와 연비가 상대적으로 비교예보다 높음을 확인할 수 있다.

[56] 또한, 엔진(100)의 회전 속도가 1300rpm 이상의 중속 또는 고속 영역일 때, 실험예에서의 엔진(100)의 토크와 연비가 비교예와 동일 또는 유사함을 확인할 수 있다.

[57] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 모터겸 발전기(300)의 동작을 최적으로 제어하여, 모터겸 발전기(300)를 엔진(100)의 회전 속도가 중속 또는 고속 영역에 속할 때 발전 모드로 동작시킴에도 엔진(100)의 성능에 미치는 영향을 최소화할 수 있다.

[58] 또한, 엔진(100)의 회전 속도가 저속 영역 속할 때 모터겸 발전기(300)가 발전 모드로 동작하여 생성된 전기 에너지를 활용하여 모터겸 발전기(300)를 모터 모드로 동작시킴으로써 엔진(100)의 성능을 크게 향상시킬 수 있다.

[59] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을

변경하지 않고 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

- [60] 그러므로 이상에서 기술한 실시예는 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해되어야 하고, 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명은 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

산업상 이용가능성

- [61] 본 발명의 실시예에 따르면, 터보 컴파운딩 시스템은 엔진의 연비와 성능을 향상시키는데 사용될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 엔진에서 버려지는 동력을 회수하는 터보 컴파운딩 시스템(Turbo-compounding system)에 있어서, 상기 엔진에서 배출된 배기가스의 압력으로 회전하는 터빈과 상기 터빈의 회전 동력으로 회전하며 상기 엔진에 새로운 외부 공기를 압축하여 공급하는 압축기를 포함하는 과급기; 상기 과급기의 압축기의 회전 동력으로 회전하여 발전하거나 상기 과급기의 압축기에 회전 동력을 보태는 모터겸 발전기; 및 상기 엔진의 현재 회전 속도에 따라 상기 모터겸 발전기를 모터로 동작시키거나 발전기로 동작시키는 제어 장치를 포함하는 터보 컴파운딩 시스템.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 제어 장치는 상기 엔진의 현재 회전 속도와 함께 상기 엔진의 현재 공연비 및 상기 과급기의 현재 회전 속도를 고려하여 상기 모터겸 발전기를 모터로 동작시키거나 발전기로 동작시키는 것을 특징으로 하는 터보 컴파운딩 시스템.
- [청구항 3] 제2항에 있어서, 상기 제어 장치는, 상기 엔진의 회전 속도가 기설정된 기준 엔진 회전 속도 이상이고 상기 공연비가 기설정된 제1 기준 공연비 이상인 경우와, 상기 엔진의 회전 속도가 상기 기준 엔진 회전 속도 이상이고 상기 공연비가 상기 제1 기준 공연비 미만이지만 상기 과급기의 회전 속도가 기설정된 기준 과급기 회전 속도 이상인 경우, 그리고 상기 엔진의 회전 속도가 상기 기준 엔진 회전 속도 미만이지만 상기 공연비가 기설정된 제2 기준 공연비 이상인 경우에는 상기 모터겸 발전기를 발전 모드로 동작시키고, 상기 엔진의 회전 속도가 상기 기준 엔진 회전 속도 이상이고 상기 공연비가 상기 제1 기준 공연비 미만이면서 상기 과급기의 회전 속도도 상기 기준 과급기 회전 속도 미만 경우와, 상기 엔진의 회전 속도가 상기 기준 엔진 회전 속도 미만이면서 상기 공연비가 상기 제2 기준 공연비 미만인 경우에는 상기 모터겸 발전기를 모터 모드로 동작시키는 것을 특징으로 하는 터보 컴파운딩 시스템.
- [청구항 4] 제1항에 있어서, 상기 모터겸 발전기는 상기 과급기의 상기 압축기와 상대적으로 인접하고 상기 터빈과 상대적으로 멀리 이격되고, 상기 과급기의 압축기와 상기 모터겸 발전기를 연결하는 동력 전달축을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 터보 컴파운딩 시스템.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,

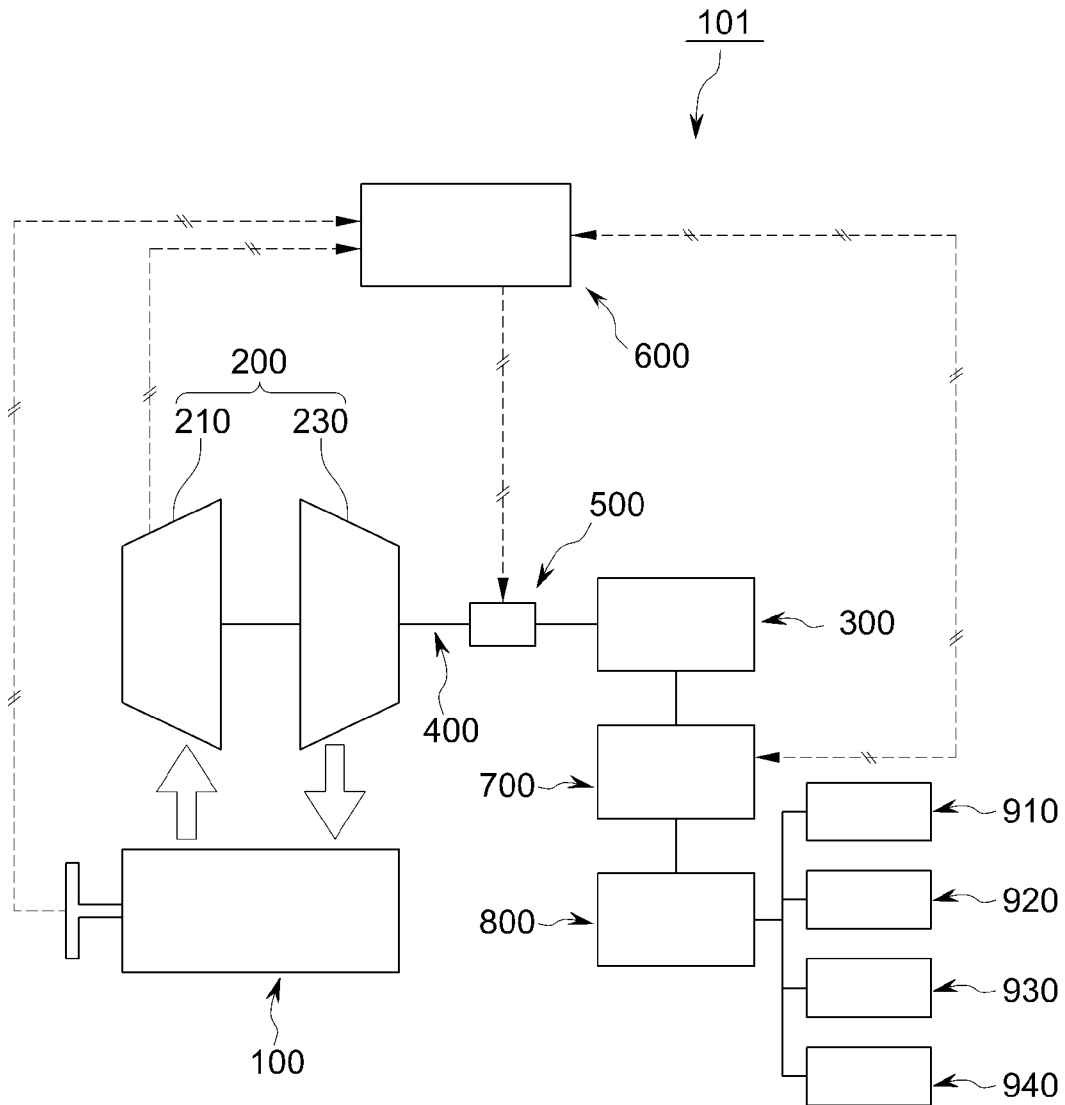
상기 모터겸 발전기와 상기 과급기를 연결하는 상기 동력 전달축 상에 설치되어 상기 과급기 및 상기 모터겸 발전기 중 어느 하나의 회전력을 회전 속도로 변속하여 나머지 하나로 전달하는 변속기를 더 포함하며, 상기 제어부는 상기 모터겸 발전기가 상기 발전 모드로 동작할 때 상기 모터겸 발전기의 회전 속도를 기 설정된 목표 회전 속도로 유지시키는 것을 특징으로 하는 터보 컴파운딩 시스템.

[청구항 6] 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 모터겸 발전기에서 생산되는 전력을 변환 및 제어하는 전력 변환 장치와;

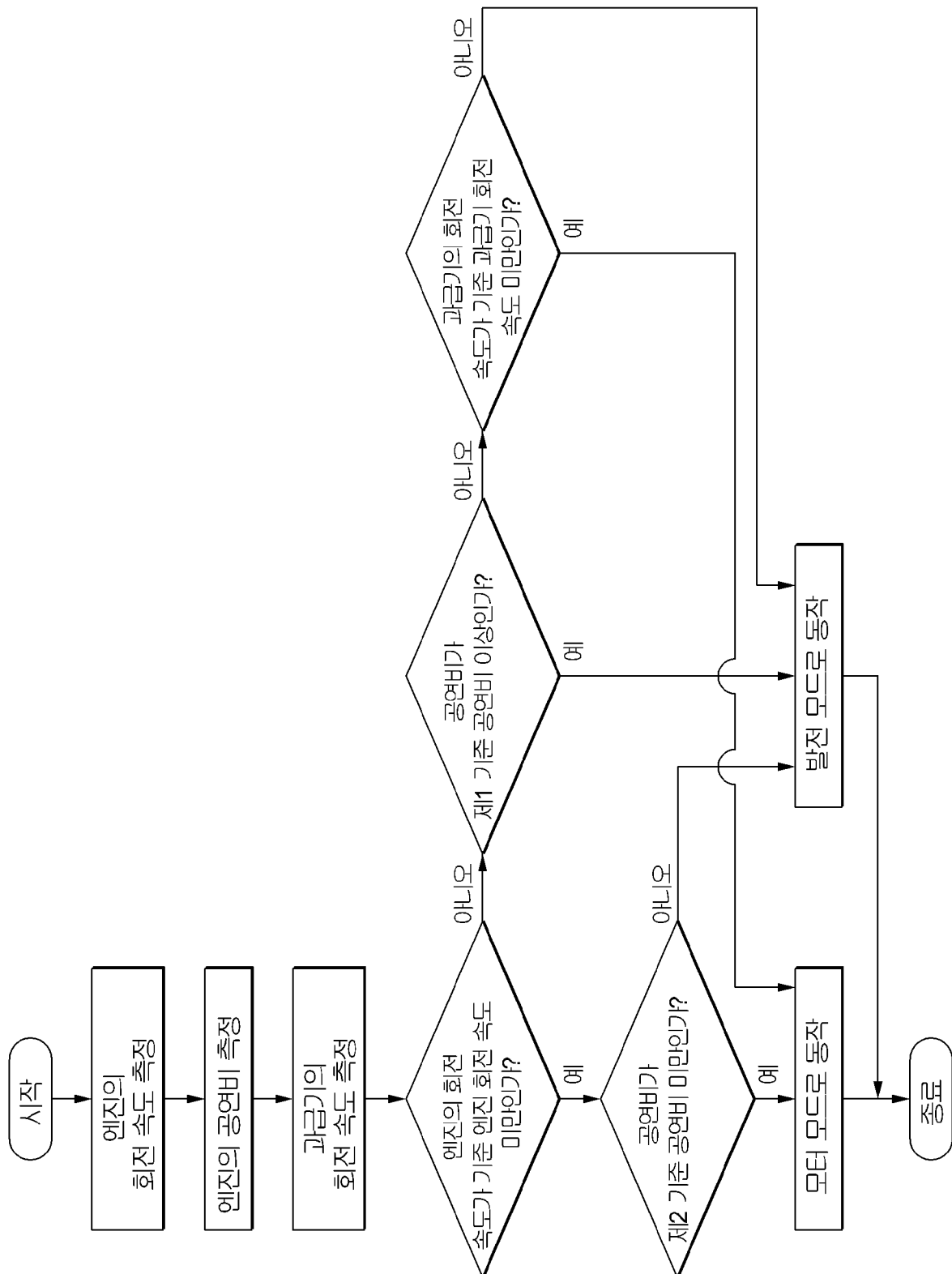
상기 전력 변환 장치가 변환시킨 전력을 저장하는 에너지 저장 장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 터보 컴파운딩 시스템.

[청구항 7] 제6항에 있어서,
상기 에너지 저장 장치에 저장된 전력은 냉각팬, 냉각수 펌프, 에어컨, 및 공기 압축기 중 하나 이상에 공급되는 것을 특징으로 하는 터보 컴파운딩 시스템.

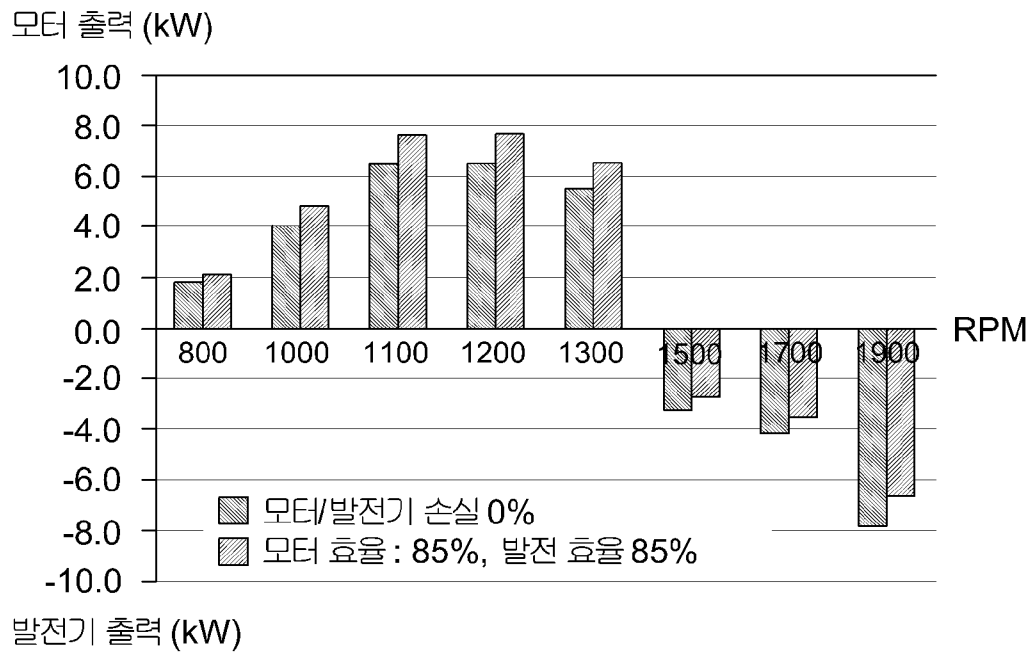
[도 1]



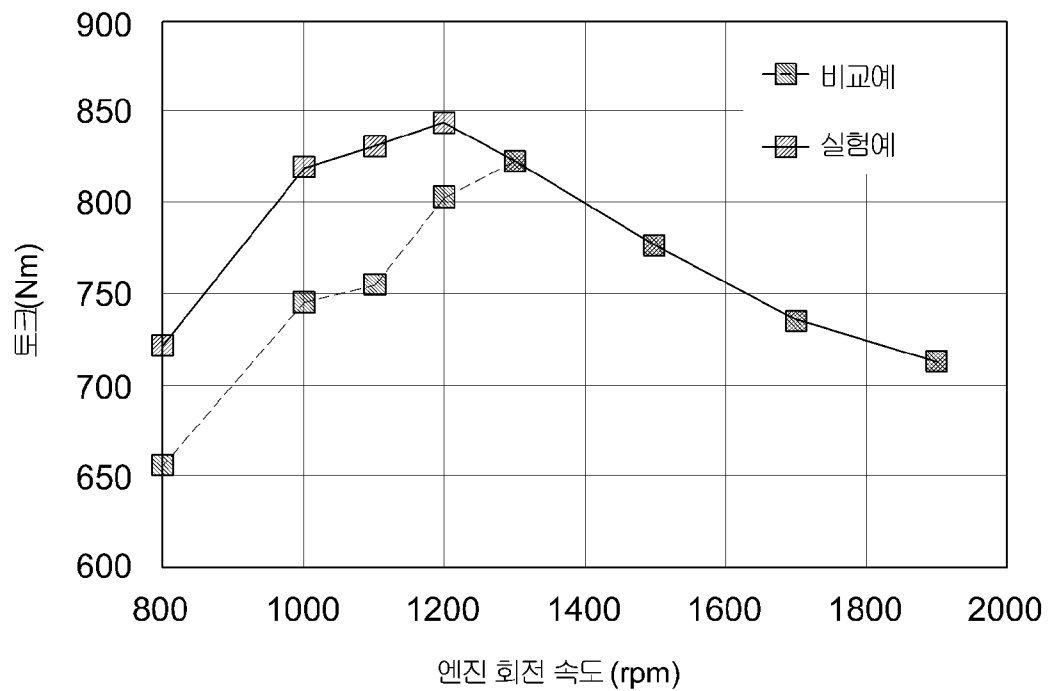
[도2]



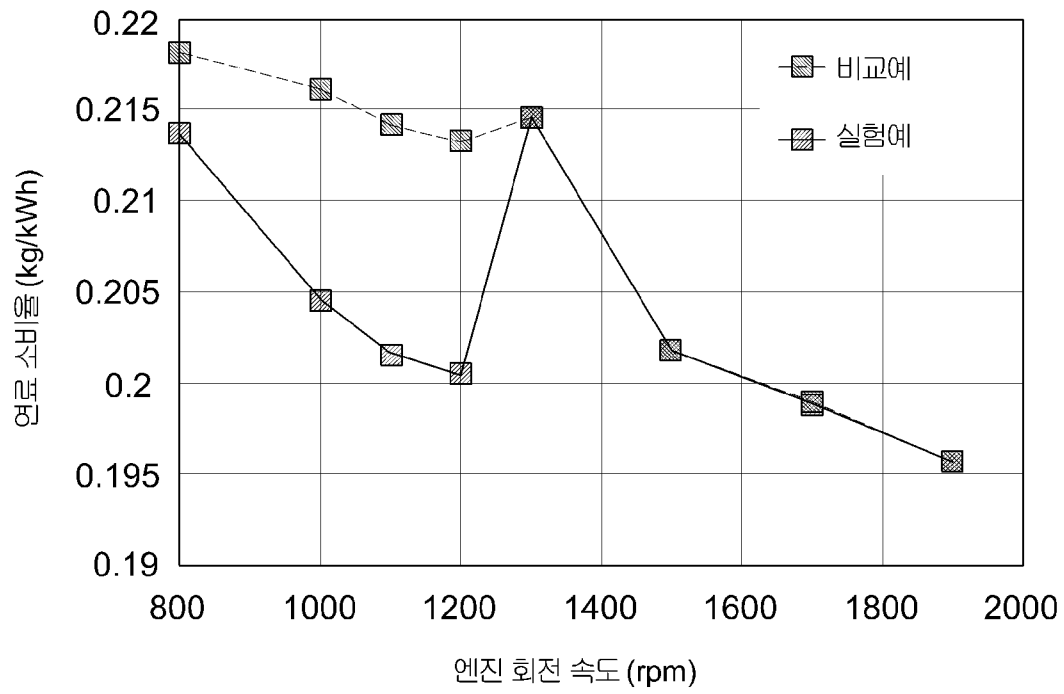
[도3]



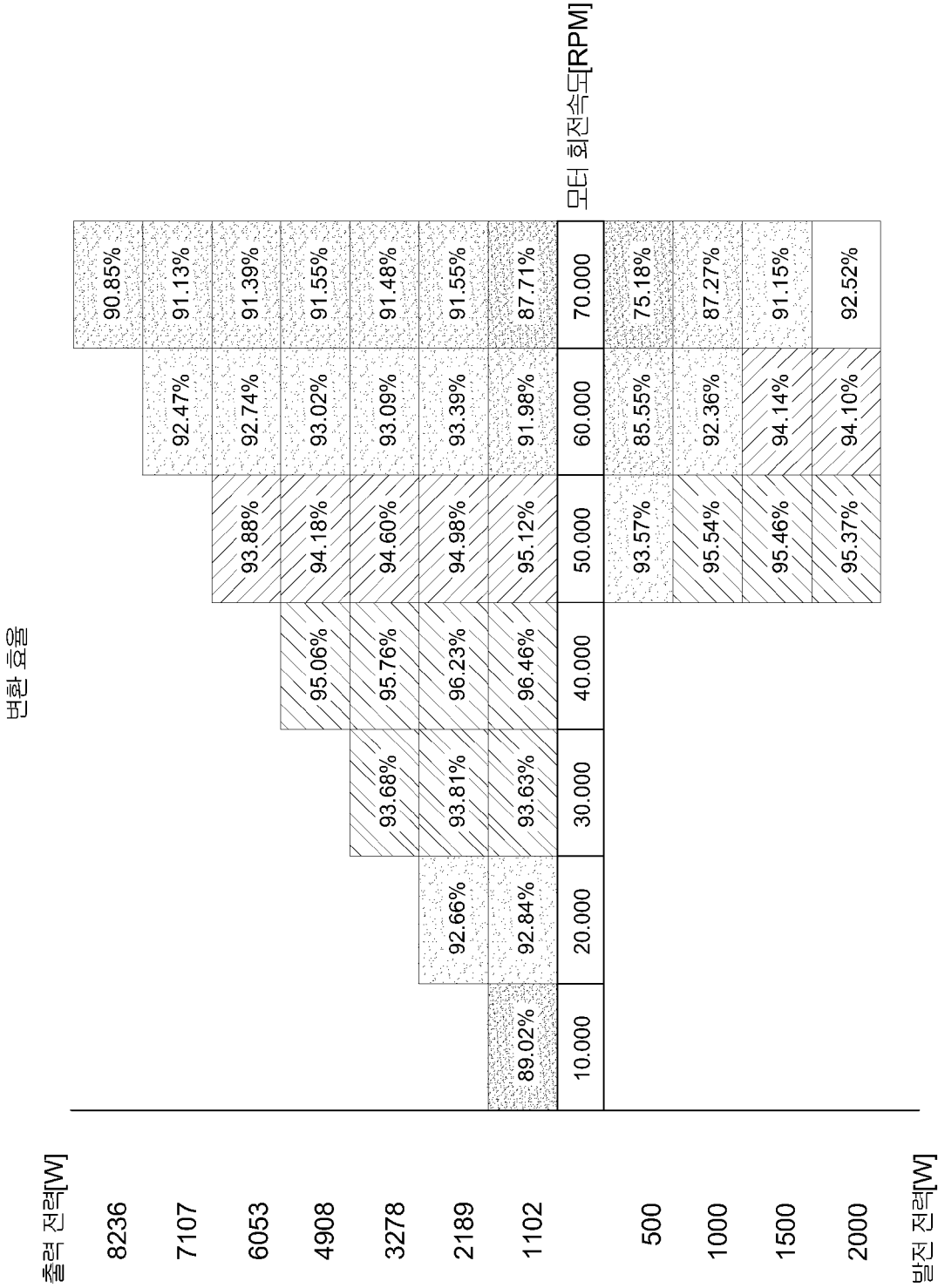
[도4]



[도5]



[도6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2019/017289

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02B 41/10(2006.01)i, F02B 39/10(2006.01)i, F02B 63/04(2006.01)i, F01N 5/04(2006.01)i, H02J 7/14(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)

F02B 41/10; F01D 15/10; F01N 5/04; F02B 33/44; F02B 37/04; F02B 37/10; F02B 37/12; F02D 23/00; F02D 9/00; F02B 39/10; F02B 63/04; H02J 7/14

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: engine, turbo compounding, charger, compressor, turbine, motor, generator, controller, transmission, power conversion, battery

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-1236705 B1 (SAMSUNG HEAVY IND. CO., LTD.) 25 February 2013 See paragraphs [0049]-[0095]; claim 2; and figure 2.	1-7
A	KR 10-2014-0063664 A (HITACHI ZOSEN CORPORATION) 27 May 2014 See paragraphs [0040]-[0084]; and figures 4-6.	1-7
A	JP 2006-307787 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 09 November 2006 See claims 1-5; and figures 1-4.	1-7
A	KR 10-2016-0036270 A (HYUNDAI MOTOR COMPANY) 04 April 2016 See paragraphs [0037]-[0043]; and figures 5-6.	1-7
A	KR 10-1997-0044699 A (HYUNDAI MOTOR COMPANY) 26 July 1997 See figure 1.	1-7



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

17 MARCH 2020 (17.03.2020)

Date of mailing of the international search report

17 MARCH 2020 (17.03.2020)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2019/017289

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1236705 B1	25/02/2013	KR 10-2012-0020266 A	08/03/2012
KR 10-2014-0063664 A	27/05/2014	CN 103782007 A	07/05/2014
		CN 103782007 B	13/04/2016
		DK 2759686 T3	17/12/2018
		EP 2759686 A1	30/07/2014
		EP 2759686 B1	19/09/2018
		KR 10-1892427 B1	28/08/2018
		KR 10-2018-0079472 A	10/07/2018
		WO 2013-042196 A1	28/03/2013
JP 2006-307787 A	09/11/2006	JP 4626383 B2	09/02/2011
KR 10-2016-0036270 A	04/04/2016	KR 10-1619616 B1	18/05/2016
KR 10-1997-0044699 A	26/07/1997	None	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

F02B 41/10(2006.01)i, F02B 39/10(2006.01)i, F02B 63/04(2006.01)i, F01N 5/04(2006.01)i, H02J 7/14(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

F02B 41/10; F01D 15/10; F01N 5/04; F02B 33/44; F02B 37/04; F02B 37/10; F02B 37/12; F02D 23/00; F02D 9/00; F02B 39/10; F02B 63/04; H02J 7/14

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:엔진(engine), 터보 컴파운딩(turbo compounding), 과급기(charger), 압축기(compressor), 터빈(turbine), 모터(motor), 발전기(generator), 제어부(controller), 변속기(transmission), 전력변환(invert), 에너지 저장(battery)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-1236705 B1 (삼성중공업 주식회사) 2013.02.25 단락 [0049]-[0095]; 청구항 2; 및 도면 2	1-7
A	KR 10-2014-0063664 A (히다치 조센 가부시카이가이샤) 2014.05.27 단락 [0040]-[0084]; 및 도면 4-6	1-7
A	JP 2006-307787 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 2006.11.09 청구항 1-5; 및 도면 1-4	1-7
A	KR 10-2016-0036270 A (현대자동차주식회사) 2016.04.04 단락 [0037]-[0043]; 및 도면 5-6	1-7
A	KR 10-1997-0044699 A (현대자동차 주식회사) 1997.07.26 도면 1	1-7

☐ 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

“D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후 “X”에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

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

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

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

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

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

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

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일

2020년 03월 17일 (17.03.2020)

국제조사보고서 발송일

2020년 03월 17일 (17.03.2020)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

황찬윤

전화번호 +82-42-481-3347



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1236705 B1	2013/02/25	KR 10-2012-0020266 A	2012/03/08
KR 10-2014-0063664 A	2014/05/27	CN 103782007 A	2014/05/07
		CN 103782007 B	2016/04/13
		DK 2759686 T3	2018/12/17
		EP 2759686 A1	2014/07/30
		EP 2759686 B1	2018/09/19
		KR 10-1892427 B1	2018/08/28
		KR 10-2018-0079472 A	2018/07/10
		WO 2013-042196 A1	2013/03/28
JP 2006-307787 A	2006/11/09	JP 4626383 B2	2011/02/09
KR 10-2016-0036270 A	2016/04/04	KR 10-1619616 B1	2016/05/18
KR 10-1997-0044699 A	1997/07/26	없음	