



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2010년08월04일  
(11) 등록번호 10-0973763  
(24) 등록일자 2010년07월28일

- (51) Int. Cl.  
*B60L 11/18* (2006.01) *B60W 10/08* (2006.01)  
*B60W 20/00* (2006.01) *H02K 9/19* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2008-7016648  
 (22) 출원일자(국제출원일자) 2006년12월13일  
 심사청구일자 2008년07월09일  
 (85) 번역문제출일자 2008년07월09일  
 (65) 공개번호 10-2008-0078048  
 (43) 공개일자 2008년08월26일  
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2006/325322  
 (87) 국제공개번호 WO 2007/069779  
 국제공개일자 2007년06월21일  
 (30) 우선권주장  
 JP-P-2005-00360638 2005년12월14일 일본(JP)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP02084011 A\*  
 JP15018861 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
**도요타 지도샤 (주)**  
 일본국 아이치켄 도요타시 도요타쵸 1반지  
 (72) 발명자  
**요시다 다다후미**  
 일본국 아이치켄 도요타시 도요타쵸 1, 도요다 지  
 도샤가부시끼가이샤 내  
 (74) 대리인  
**특허법인화우**

전체 청구항 수 : 총 3 항

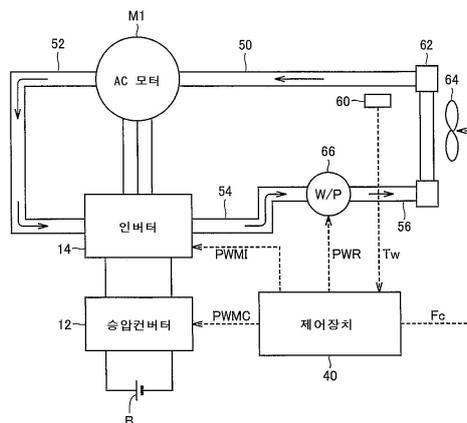
심사관 : 김기환

**(54) 모터구동장치 및 이를 구비한 차량**

**(57) 요약**

본 발명에 따른 제어장치(40)는 AC모터(M1)의 토크지령값을 AC모터(M1)의 전류지령으로 변환하고, 실제 전류값을 전류지령과 일치시키는 PI 제어에 의해 피드백이 행해지는 전류제어를 채택한다. 또한, 제어장치(40)는 변환된 전류지령을 토대로 냉매로(50 - 56)를 통과하는 냉각수의 목표 유량을 설정하고, 이렇게 설정된 목표 유량으로 냉각수를 순환시키도록 워터펌프(66)를 구동시키는 신호를 생성하며, 상기 신호를 워터펌프(66)에 제공한다. 상기 워터펌프(66)의 회전수는 제어장치(40)의 신호(PWR)에 따라 제한되어, 냉각수가 목표 유량과 일치하는 유량으로 냉매로(50 - 56)를 통해 순환되도록 한다.

**대표도 - 도2**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

모터구동장치에 있어서,

스위칭소자의 스위칭 동작에 의하여 전원(B)과 모터(M1)간의 전력변환을 행하는 구동회로(14);

상기 모터(M1)의 구동전류가 상기 모터(M1)의 요구출력으로부터 생성되는 전류지령과 일치하도록 상기 스위칭소자에 대한 스위칭 제어를 행하는 제어장치(40);

상기 구동회로(14)를 냉각매체를 이용하여 냉각시키는 냉각장치; 및

미리 설정된 전류지령과 냉각매체의 공급량과의 관계를 토대로, 상기 구동회로(14)에 공급되는 상기 냉각매체의 양을 제어하는 냉각장치제어장치(430)를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 모터구동장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 냉각장치제어장치(430)는 상기 전류지령과 상기 전류지령으로부터 추정되는 상기 스위칭소자의 발열량을 토대로 설정되는 상기 냉각매체의 공급량간의 관계를 표현하는 맵을 보유하고, 상기 맵을 참조하여 상기 전류지령에 대응하는 상기 냉각매체의 공급량을 결정하는 것을 특징으로 하는 모터구동장치.

**청구항 3**

차량에 있어서,

차륜;

상기 차륜을 구동하는 모터(M1); 및

상기 모터(M1)를 구동시키는 제1항 또는 제2항에 따른 모터구동장치를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 차량.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 모터구동장치 및 상기 모터구동장치를 구비한 차량에 관한 것으로, 특히 모터를 구동 및 제어하는 구동회로의 열적 보호와 동시에 소비전력을 낮출 수 있는 모터구동장치 및 상기 모터구동장치를 구비한 차량에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 통상, 전기자동차(EV)와 하이브리드자동차(HV)와 같은 차량은 고전압의 전지로부터 공급되는 DC 전력을 인버터에 의해 3상 AC 전력으로 변환시키고, 3상 AC 모터를 3상 AC 전력으로 구동시켜 전기에너지로부터 구동력을 얻는다. 이와는 달리, 차량의 감속 운전 시에는, 3상 AC 모터의 회생발전에 의해 얻어지는 회생에너지가 전지에 저장되어, 에너지를 낭비하지 않고도 주행이 이루어지도록 한다.

[0003] 상기 하이브리드자동차와 전기자동차에 있어서, 인버터는 스위칭소자의 스위칭 동작으로 인하여 발열되므로, 열적으로 파괴될 수도 있다. 인버터를 과열로부터 보호하기 위하여, 인버터용 냉각장치가 채택된다(예컨대, 일본 특허공개공보 제2003-018861호, 제2004-324613호 및 제11-294164호 참조).

[0004] 각종 인버터용 냉각제어장치가 연구되고 있다. 일례로, 온도센서가 인버터의 쿨러 부근에 배치되고, 스위칭소자의 손실(발열량)이 상기 온도센서에 의해 감지되는 쿨러의 온도로부터 산술적으로 얻어진다. 스위칭소자가 기판에 접합되는 접합부의 온도는 쿨러의 온도와 스위칭소자의 손실을 토대로 산술적으로 얻어지고, 상기 쿨러를 통해 냉각수를 지나는 워터펌프의 활성과 비활성 및 상기 냉각수의 냉각을 위한 라디에이터팬의 온/오프는 상기 접합부의 온도를 토대로 제어된다.

[0005] 또다른 예로서, 일본특허공개공보 제2003-018861호는 복수의 인버터에 각각 포함된 스위칭소자를 냉각시키는 냉

각수단, 각각의 인버터의 스위칭소자의 접합부의 온도를 추정하는 온도추정수단 및 상기 추정된 접합부의 온도를 토대로 상기 냉각수단의 냉각매체의 냉각온도를 제어하는 구동수단을 포함하는 인버터냉각제어장치를 개시하고 있다.

[0006] 보다 구체적으로, 상기 온도추정수단은 온도센서에 의해 감지되는 인버터의 온도, 냉각매체 및 복수의 인버터의 열저항을 열적으로 모델링하여 각각의 인버터의 스위칭소자의 접합부의 온도를 산술적으로 획득한다. 상기 구동수단은 냉각매체의 온도를 제어하기 위해 산술적으로 얻어진 접합부를 토대로 워터펌프 및 라디에이터팬을 구동 및 제어하여, 냉각매체의 온도를 제어함으로써 냉각성능 또는 능력을 제어하게 된다. 이러한 구조는 접합부의 온도를 산술적으로 정밀하게 얻을 수 있다. 그러므로, 복수의 인버터의 접합부의 온도를 산술적으로 정밀하게 얻을 수 없는 종래의 인버터의 냉각제어장치에 비해 상기 구동수단의 동작빈도가 감소될 수 있고, 전력소비가 억제될 수 있다.

[0007] 하지만, 상술된 종래의 인버터의 냉각제어장치에서는, 인버터에서의 스위칭소자의 접합부의 온도의 추정이 고정밀도로 행해질 수 있지만, 복잡한 산술처리를 필요로 한다. 이는 구동수단에 의해 행해지는 쿨러의 냉각능력의 제어가 접합부의 온도의 실제 상승을 따라갈 수 없다는 문제점을 초래한다.

[0008] 예를 들어, 인버터를 통과하는 모터구동전류가 요구모터출력의 급속한 변동에 응답하여 급속하게 증가하는 경우, 상기 접합부의 온도의 상승율이 높게 되어, 상기 쿨러의 냉각능력을 급속하게 증가시킬 필요가 있게 된다. 하지만, 상기 쿨러는 온도추정수단이 추정을 실행한 후에만 제어된다. 그러므로, 접합부의 온도의 상승을 억제하기 어렵고, 인버터의 열과피를 야기할 수도 있다.

[0009] 쿨러의 제어 응답을 보장하기 위해서는, 접합부의 온도에 독립적으로, 열부하가 최대일 때 요구되는 값으로 냉각능력을 고정시키면서 쿨러를 제어하는 이러한 방식이 채택될 수도 있다.

[0010] 하지만, 이러한 방식은 쿨러의 소비전력을 불필요하게 증가시키므로, 인버터의 냉각제어장치를 구비한 차량의 연료효율을 저하시킬 수도 있다.

[0011] 본 발명은 상기 문제점들을 해결하고자 고안되었고, 본 발명의 목적은 모터를 구동 및 제어하는 구동회로의 열적보호를 달성할 뿐만 아니라 냉각장치의 전력소비를 낮출 수도 있는 모터구동장치를 제공하는 것이다.

**발명의 상세한 설명**

[0012] 본 발명에 따르면, 모터구동장치는 스위칭소자의 스위칭 동작에 의하여 전원과 모터간의 전력변환을 행하는 구동회로; 상기 모터의 구동전류가 상기 모터의 요구출력으로부터 생성되는 전류지령과 일치하도록 상기 스위칭소자에 대한 스위칭 제어를 행하는 제어장치; 상기 구동회로를 냉각매체를 이용하여 냉각시키는 냉각장치; 및 상기 전류지령을 토대로 상기 구동회로에 공급되는 상기 냉각매체의 양을 제어하는 냉각장치제어장치를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 상술된 모터구동장치는 온도 상승이 예상되는 구동회로에, 응답성이 양호하게 냉각매체를 공급할 수 있다. 그러므로, 상기 구동회로는 과열로부터 확실하게 보호될 수 있다. 또한, 상기 모터구동장치는 요구모터출력에 따라 변하는 구동회로의 온도 상승의 크기에 대하여 냉각매체의 공급량을 적절하게 설정할 수 있다. 이에 따라, 냉각매체의 공급량이 항상 열등한 응답성으로 인하여 냉각장치의 최대허용 공급량으로 설정되어야만 하는 종래의 모터구동장치에 비하여 냉각장치의 전력소비가 개선될 수 있게 된다. 이는 모터구동장치를 구비한 차량의 연료소비를 개선시킨다.

[0014] 상기 냉각장치제어장치는 상기 전류지령과 상기 전류지령으로부터 추정되는 상기 스위칭소자의 발열량을 토대로 설정되는 상기 냉각매체의 공급량간의 관계를 표현하는 맵을 보유하고, 상기 맵을 참조하여 상기 전류지령에 대응하는 상기 냉각매체의 공급량을 결정하는 것이 바람직하다.

[0015] 상기 모터구동장치는 복잡한 산술처리를 수행하지 않고도 냉각매체의 공급량을 설정할 수 있으므로, 응답성이 양호하게 냉각매체를 공급할 수 있다. 또한, 냉각매체의 공급량이 구동회로의 온도 상승의 크기에 따라 가변적이므로, 구동회로의 열적보호와 전력소비의 저감이 성취될 수 있게 된다.

[0016] 본 발명에 따르면, 차량이 차륜; 상기 차륜을 구동하는 모터; 및 상기 모터를 구동시키는 상술된 모터구동장치 중 하나를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 상기 차량에 따르면, 냉각장치의 전력소비가 낮게 되어, 연료소비가 개선될 수 있게 된다.

[0018] 본 발명은 모터를 구동 및 제어하는 구동회로의 열적보호와 냉각장치의 전력소비의 저감 양자 모두를 성취할 수

있다. 결과적으로, 본 발명에 따른 모터구동장치를 구비한 차량의 연료소비가 개선될 수 있게 된다.

**실시예**

- [0025] 이하, 본 발명의 일 실시예를 도면들을 참조하여 설명하기로 한다. 하기 도면에서, 동일하거나 대응하는 부분들은 동일한 참조 부호들로 표시한다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 모터구동장치를 도시한 개략적인 블럭도이다.
- [0027] 도 1을 참조하면, 모터구동장치(100)는 배터리(B), 전압센서(10, 13), 전류센서(24), 캐패시터(C2), 승압컨버터(12), 인버터(14), 리졸버(30) 및 제어장치(40)를 포함한다.
- [0028] AC 모터(M1)는 하이브리드자동차 또는 전기자동차의 구동차륜을 구동하는 토크를 발생시키기 위한 구동모터이다. AC 모터(M1)는 엔진에 의해 구동되는 발전기로서의 기능을 하고, 예컨대 엔진을 시동하기 위하여 엔진에 대한 전동기로서 동작할 수도 있다.
- [0029] 승압컨버터(12)는 리액터(L1), NPN 트랜지스터(Q1, Q2) 및 다이오드(D1, D2)를 포함한다.
- [0030] 리액터(L1)의 일 단부는 배터리(B)의 전원라인에 연결되고, 타 단부는 NPN 트랜지스터(Q1, Q2) 사이의 노드에 연결되며, 구체적으로는 NPN 트랜지스터(Q1)의 이미터와 NPN 트랜지스터(Q2)의 콜렉터 사이의 노드에 연결된다.
- [0031] NPN 트랜지스터(Q1, Q2)는 전원라인과 접지라인 사이에 직렬로 연결된다. NPN 트랜지스터(Q1)의 콜렉터는 전원라인에 연결되고, NPN 트랜지스터(Q2)의 이미터는 접지라인에 연결된다. 각각의 다이오드(D1, D2)는 대응하는 NPN 트랜지스터(Q1 또는 Q2)의 이미터와 콜렉터 사이에 배치되어, 그것에 연결된 이미터로부터 콜렉터로 전류를 통과시킨다.
- [0032] 인버터(14)는 전원라인과 접지라인 사이에 병렬로 배치되는 U상, V상 및 W상 아암(15, 16, 17)으로 형성된다.
- [0033] U상아암(15)은 직렬 연결된 NPN 트랜지스터(Q3, Q4)로 형성된다. V상아암(16)은 직렬 연결된 NPN 트랜지스터(Q5, Q6)로 형성된다. W상아암(17)은 직렬 연결된 NPN 트랜지스터(Q7, Q8)로 형성된다. 다이오드(D3 - D8)는 각각 NPN 트랜지스터(Q3 - Q8)의 콜렉터와 이미터들 사이에 배치되고, 대응하는 트랜지스터의 이미터로부터 콜렉터로 전류를 각각 통과시킨다.
- [0034] 각각의 상아암(phase arm)의 중간점은 모터(M1)의 각각의 상코일의 상단부(phase ends)에 각각 연결된다. 따라서, AC 모터(M1)는 3상영구자석모터로서, U상, V상 및 W상의 각각의 코일의 일 측에 있는 단부들이 중앙점에 공통으로 연결된다. U상코일의 타 단부는 NPN 트랜지스터(Q3, Q4) 사이의 노드에 연결되고, V상코일의 타 단부는 NPN 트랜지스터(Q5, Q6) 사이의 노드에 연결되며, W상코일의 타 단부는 NPN 트랜지스터(Q7, Q8) 사이의 노드에 연결된다.
- [0035] 승압컨버터(12) 및 인버터(14)에 포함된 스위칭소자들은 NPN 트랜지스터(Q1 - Q8)로 제한되지 않으며, IGBTs(Insulated Gate Bipolar Transistors) 또는 MOSFETs과 같은 기타 타입의 파워소자로 형성될 수도 있다.
- [0036] 모터구동장치(100)는 배터리(B) 및 인버터(14)가 그들 사이에 승압컨버터(12)를 개재시키지 않고도 서로 직접 연결되도록 구성될 수도 있다.
- [0037] 배터리(B)은 예컨대 니켈 수소나 리튬 이온의 2차전지 또는 연료전지로 형성될 수도 있다. 전기이중층 캐패시터와 같은 큰 용량의 캐패시터가 사용될 수도 있다. 전압센서(10)는 배터리(B)로부터 제공되는 DC 전압(Vb)을 감지하고, 감지된 DC 전압(Vb)을 제어장치(40)에 제공한다.
- [0038] 승압컨버터(12)는 배터리(B)로부터 공급되는 DC 전압을 승압시켜, 그것을 캐패시터(C2)로 공급한다. 보다 구체적으로는, 승압컨버터(12)가 제어장치(40)로부터 신호 PWM를 수신하면, 신호 PWM가 NPN 트랜지스터(Q2)를 온 상태로 유지하기 위한 기간에 대응하는 DC 전압을 승압시켜, 상기 승압된 DC 전압을 캐패시터(C2)에 공급한다.
- [0039] 승압컨버터(12)가 제어장치(40)로부터 신호 PWM를 수신하면, 인버터(14)로부터 캐패시터(C2)를 통해 공급되는 DC 전압을 강압시키고, 그것을 배터리(B)에 공급한다.
- [0040] 캐패시터(C2)는 승압컨버터(12)로부터 제공되는 DC 전압을 평활화하여, 상기 평활화된 DC 전압을 인버터(14)로 공급한다.
- [0041] 전압센서(13)는 (인버터(14)의 입력 전압에 대응하면서) 캐패시터(C2)의 대향하는 단부들 사이에 배치된 전압(Vm)을 감지하고, 감지된 전압(Vm)을 제어장치(40)에 제공한다.

- [0042] 인버터(14)에 캐패시터(C2)로부터의 DC 전압이 공급되면, 제어장치(40)로부터의 신호 PWMI를 토대로 DC 전압을 AC 전압으로 변환시키고, AC 모터(M1)를 구동시킨다. 이에 따라, AC 모터(M1)가 토크지령값 TR에 의해 지정되는 요구토크를 생성하도록 구동된다.
- [0043] 모터구동장치(100)를 구비한 하이브리드자동차 또는 전기자동차의 회생제동 시, 인버터(14)는 AC 모터(M1)에 의해 발생하는 AC 전압을 제어장치(40)로부터의 신호 PWMI를 토대로 DC 전압으로 변환하고, 상기 변환된 DC 전압을 캐패시터(C2)를 통해 승압컨버터(12)에 공급한다.
- [0044] 상기 회생제동은 하이브리드자동차 또는 전기자동차의 운전자가 풋브레이크를 조작할 때 회생발전과 함께 수행되는 제동을 포함하고, 주행 시 액셀러레이터페달을 해제시켜 회생발전과 함께 수행되는 차량의 감속(또는 가속의 중지)도 포함한다.
- [0045] 전류센서(24)는 AC 모터(M1)를 통과하는 모터전류  $I_v$ ,  $I_w$ 를 감지하고, 감지된 모터전류  $I_v$ ,  $I_w$ 를 제어장치(40)에 제공한다. 도 1은 다음과 같은 이유로 2개의 전류센서(24)만을 보여준다. AC 모터(M1)가 3상모터이면, 2개의 상을 통과하는 모터전류  $I_v$ ,  $I_w$ 를 감지하는 것이 필요하고, 나머지 상을 통과하는 모터전류  $I_u$ 는 감지된 모터전류  $I_v$ ,  $I_w$ 를 토대로 산술적으로 획득될 수 있다. 그러므로, 3개의 전류센서(24)가 3상을 통과하는 모터전류  $I_u$ ,  $I_v$ ,  $I_w$ 를 개별적으로 감지하기 위해 각각 채택될 수도 있다.
- [0046] 리졸버(30)는 AC 모터(M1)의 회전축에 부착되고, 그것을 제어장치(40)에 제공하기 위한 AC 모터(M1)의 회전자의 회전각  $\theta$ 를 감지한다.
- [0047] 제어장치(40)는 외부 ECU(Electrical Control Unit)로부터 토크지령값(TR) 및 모터회전수(MRN)를 수신하고, 전압센서(13)로부터 출력전압( $V_m$ )을 수신하며, 전압센서(10)로부터 DC 전압( $V_b$ )을 수신하고, 전류센서(24)로부터 모터전류( $I_v$ ,  $I_w$ )를 수신하며, 리졸버(30)로부터 회전각  $\theta$ 를 수신한다. 출력전압( $V_m$ ), 토크지령값(TR), 모터전류( $I_v$ ,  $I_w$ ) 및 회전각  $\theta$ 를 토대로, 제어장치(40)는 인버터(14)가 후술하는 방식으로 AC 모터(M1)를 구동시킬 때 인버터(14)의 NPN 트랜지스터(Q3 - Q8)에 대한 스위칭 제어를 행하기 위한 신호 PWMI를 제공하고, 이렇게 생성된 신호 PWMI를 인버터(14)에 제공한다.
- [0048] 또한, DC 전압( $V_b$ ), 출력전압( $V_m$ ), 토크지령값(TR) 및 모터회전수(MRN)를 토대로, 제어장치(40)는 인버터(14)가 AC 모터(M1)를 구동시킬 때 후술하는 방식으로 승압컨버터(12)의 NPN 트랜지스터(Q1, Q2)에 대한 스위칭 제어를 행하기 위한 신호 PWMC를 생성하고, 이렇게 생성된 신호 PWMC를 승압컨버터(12)에 제공한다.
- [0049] 또한, 모터구동장치(100)를 구비한 하이브리드자동차 또는 전기자동차의 회생제동 시, 제어장치(40)는 출력전압( $V_m$ ), 토크지령값(TR) 및 모터전류( $I_v$ ,  $I_w$ )를 토대로, AC 모터(M1)에 의해 발생하는 AC 전압을 DC 전압으로 변환하기 위한 신호 PWMI를 생성하고, 이렇게 생성된 신호 PWMI를 인버터(14)에 제공한다. 이 경우, 인버터(14)의 NPN 트랜지스터(Q3 - Q8)의 스위칭 제어가 신호 PWMI에 의해 행해진다. 이에 따라, 인버터(14)는 AC 모터(M1)에 의해 발생하는 AC 전압을 DC 전압으로 변환하여, 그것을 승압컨버터(12)로 공급한다.
- [0050] 또한, DC 전압( $V_b$ ), 출력전압( $V_m$ ), 토크지령값(TR) 및 모터회전수(MRN)를 토대로, 제어장치(40)는 회생 제동시 인버터(14)로부터 공급되는 DC 전압을 강압시키기 위한 신호 PWMC를 생성하고, 이렇게 생성된 신호 PWMC를 승압컨버터(12)에 제공한다. 이에 따라, AC 모터(M1)에 의해 발생하는 AC 전압이 DC 전압으로 변환되고, 강압되어 배터리(B)에 공급된다.
- [0051] 상기 구조를 갖는 모터구동장치(100)에서는, 인버터(14)가 스위칭소자의 열손실로 인한 온도의 상승을 억제하기 위한 냉각을 필요로 한다. 그러므로, 모터구동장치(100)는 도 2에 도시된 인버터(14)의 냉각시스템을 더 포함한다.
- [0052] 도 2는 인버터(14)의 냉각시스템의 구조를 도시한 블록도이다.
- [0053] 도 2를 참조하면, 냉각시스템은 인버터(14), AC 모터(M1), 냉매로(50 - 56), 온도센서(60), 라디에이터(62) 및 워터펌프(66)를 포함한다.
- [0054] 냉매로(50)는 라디에이터(62)의 제1포트와 AC 모터(M1) 사이에 형성되고, 냉매로(52)는 AC 모터(M1)와 인버터(14) 사이에 형성되며, 냉매로(54)는 인버터(14)와 워터펌프(66) 사이에 형성되고, 냉매로(56)는 워터펌프(66)와 라디에이터(62)의 제2포트 사이에 형성된다. 따라서, 냉매로(50 - 56)는 AC 모터(M1), 인버터(14) 및 워터펌프(66)를 서로 직렬로 연결시킨다.
- [0055] 워터펌프(66)는 부동액과 같은 냉각수를 순환시키기 위한 펌프로서, 도면에 화살표들로 표시된 방향으로 냉각수

를 순환시킨다. 라디에이터(62)는 인버터(14) 및 AC 모터(M1)를 통해 순환되는 냉각수를 냉매로(56)로부터 수용하여, 상기 수용된 냉각수를 라디에이터팬(64)을 이용하여 냉각시킨다. 온도센서(60)는 냉매로(50) 상에 배치되고, 냉각수의 온도(이하, "냉각수온도"라고도 함)  $T_w$ 를 감지하여, 감지된 냉각수온도  $T_w$ 를 제어장치(40)에 제공한다.

- [0056] 상기 설명에서는, AC 모터(M1), 인버터(14) 및 펌프(66)가 라디에이터(62)로부터 하류에서 볼 때 상기 순서로 배치되어 있다. 하지만, 이들의 배치 순서가 이것으로 제한되는 것은 아니다.
- [0057] 도 1에 도시된 바와 같이, 제어장치(40)는 인버터(14) 및 승압컨버터(12)를 구동 및 제어하기 위한 신호 PWMI, PWMC를 생성하여, 그들을 인버터(14) 및 승압컨버터(12)에 각각 제공한다.
- [0058] 또한, 제어장치(40)는 후술하는 방식으로 워터펌프(66)를 구동 및 제어하기 위한 신호 PWR을 생성하여, 이렇게 생성된 신호 PWR을 워터펌프(66)에 제공한다.
- [0059] 제어장치(40)는 냉각수온도  $T_w$ 를 토대로 라디에이터팬(64)을 구동 및 제어하기 위한 신호 FC를 생성하고, 이렇게 생성된 신호 FC를 라디에이터팬(64)에 제공한다. 보다 구체적으로, 제어장치(40)는 온도센서(60)에 의해 감지되는 냉각수온도  $T_w$ 가 사전설정된 온도를 초과한다는 사실에 응답하여 라디에이터팬(64)을 구동시키기 위한 신호 FC를 생성하여, 신호 FC를 라디에이터팬(64)으로 제공한다. 이에 따라, 라디에이터팬(64)은 공기에 의해 냉각수를 냉각시키기 위한 라디에이터(64)에 외부 공기를 송풍하도록 작동한다.
- [0060] 이하, 상기 구조를 갖는 본 발명의 실시예에 따른 인버터(14)의 냉각시스템의 워터펌프(66)의 구동제어에 대하여 설명하기로 한다.
- [0061] 도 3은 도 2의 제어장치(40)의 기능블럭도이다.
- [0062] 도 3을 참조하면, 제어장치(40)는 인버터제어회로, 컨버터제어회로(도시안됨) 및 워터펌프를 구동 및 제어하는 구동제어장치(430)를 포함한다.
- [0063] 상기 인버터제어회로는 전류지령변환유닛(410), 감산기(412, 414), PI 제어장치(416, 418), 2상-3상변환유닛(420), PWM생성유닛(422) 및 3상-2상변환유닛(424)으로 형성된다.
- [0064] 3상-2상변환유닛(424)은 두 전류센서(24) 각각으로부터 모터전류  $I_v$ ,  $I_w$ 를 수신한다. 3상-2상변환유닛(424)은 모터전류  $I_v$ ,  $I_w$ 를 토대로 모터전류  $I_u (= -I_v - I_w)$ 를 산술적으로 획득한다.
- [0065] 또한, 3상-2상변환유닛(424)은 리졸버(30)로부터 제공되는 회전각  $\theta$ 를 이용하여 모터전류  $I_u$ ,  $I_v$ ,  $I_w$ 에 대한 3상-2상 변환을 수행한다. 따라서, 3상-2상변환유닛(424)은 회전각  $\theta$ 를 이용하여 AC 모터(M1)의 3상코일의 각각의 상을 통과하는 모터전류  $I_u$ ,  $I_v$ ,  $I_w$ 를 각각 d축과 q축 상에서 흐르는 전류값  $I_d$ ,  $I_q$ 로 변환시킨다. 3상-2상변환유닛(424)은 산술적으로 획득한 전류값  $I_d$ 를 감산기(412)에 제공하고, 산술적으로 획득한 전류값  $I_q$ 를 감산기(414)에 제공한다.
- [0066] 전류지령변환유닛(410)은 외부 ECU로부터 토크지령값  $TR$  및 모터회전수  $MRN$ 을 수신하고, 전압센서(13)로부터 전압  $V_m$ 을 수신한다. 토크지령값  $TR$ , 모터회전수  $MRN$  및 전압  $V_m$ 을 토대로, 전류지령변환유닛(410)은 토크지령값  $TR$ 에 의해 지정되는 요구토크를 출력하기 위한 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 를 생성하고, 이렇게 생성된 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 를 각각 감산기(412, 414)에 제공한다.
- [0067] 이러한 작업에 있어서, 전류지령변환유닛(410)은 이렇게 생성된 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 를 워터펌프(66)의 구동제어장치(430)에 제공하기도 한다.
- [0068] 감산기(412)는 전류지령변환유닛(410)으로부터 전류지령  $I_d^*$ 을 수신하고, 3상-2상변환유닛(424)으로부터 전류값  $I_d$ 을 수신한다. 감산기(412)는 전류지령  $I_d^*$ 과 전류값  $I_d$ 간의 편차(=  $I_d^* - I_d$ )를 산술적으로 획득하고, 이렇게 획득한 편차를 PI 제어장치(416)에 제공한다. 감산기(414)는 전류지령변환유닛(410)으로부터 전류지령  $I_q^*$ 을 수신하고, 3상-2상변환유닛(424)으로부터 전류값  $I_q$ 를 수신한다. 감산기(414)는 전류지령  $I_q^*$ 과 전류값  $I_q$ 간의 편차(=  $I_q^* - I_q$ )를 산술적으로 획득하고, 이렇게 획득한 편차를 PI 제어장치(418)에 제공한다.
- [0069] PI 제어장치(416, 418)는 편차 ( $I_d^* - I_d$ ) 및 ( $I_q^* - I_q$ )에 대한 PI 게인을 이용하여 전압조작변수  $V_d$ ,  $V_q$ 를 산술적으로 획득하고, 이렇게 획득한 전압조작변수  $V_d$ ,  $V_q$ 를 2상-3상변환유닛(420)에 각각 제공한다.
- [0070] 2상-3상변환유닛(420)은 리졸버(30)로부터 제공되는 회전각  $\theta$ 를 이용하여 PI 제어장치(416, 418)로부터 각각 제공되는 전압조작변수  $V_d$ ,  $V_q$ 에 대한 2상-3상변환을 수행한다. 따라서, 2상-3상변환유닛(420)은 회전각  $\theta$ 을

이용하여, d축과 q축으로 각각 인가될 전압조작변수  $V_d$ ,  $V_q$ 를 AC 모터(M1)의 3상코일에 각각 인가될 전압조작변수  $V_u$ ,  $V_v$ ,  $V_w$ 로 변환시킨다. 2상-3상변환유닛(420)은 전압조작변수  $V_u$ ,  $V_v$ ,  $V_w$ 를 PWM생성유닛(422)에 제공한다.

- [0071] PWM생성유닛(422)은 전압센서(13)로부터 제공되는 전압  $V_m$  뿐만 아니라 전압조작변수  $V_u$ ,  $V_v$ ,  $V_w$ 를 토대로 신호 PWMI를 생성하고, 이렇게 생성된 신호 PWMI를 인버터(14)에 제공한다.
- [0072] 상술된 바와 같이, 인버터제어회로는 AC 모터(M1)의 (토크지령값 TR에 대응하는) 요구토크를 AC 모터(M1)의 d축과 q축 성분의 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 로 변환시키고, 실제 전류값  $I_d$ ,  $I_q$ 가 각각 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 와 일치할 수 있도록 PI 제어에 의해 그들에 대한 피드백을 수행한다. 따라서, 인버터제어회로는 소위 전류 제어를 채택한다.
- [0073] 워터펌프(66)를 구동 및 제어하는 구동제어장치(430)는 상기 전류제어에 사용되는 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 를 토대로 냉매로(50 - 56)를 통과하는 냉각수의 목표유량  $Q^*$ 을 설정한다. 목표유량  $Q^*$ 은 이미 획득된 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 와 목표유량  $Q^*$ 간의 관계를 토대로 설정된다고 가정된다.
- [0074] 도 4는 목표유량  $Q^*$ 와 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 간의 관계를 보여준다.
- [0075] 도 4를 참조하면, 목표유량  $Q^*$ 는 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 과 함께 증가하도록 설정된다. 소정의 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 에 대한 목표유량  $Q^*$ 는, 예컨대 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 과 일치하도록 제어되는 모터전류  $I_d$ ,  $I_q$ 가 각각 인버터(14)의 복수의 스위칭소자를 통과할 때 단위시간당 인버터(14)로부터의 발열량을 추정하도록 처리가 수행되고, 목표유량  $Q^*$ 에 대응하는 냉각수를 순환시켜 단위시간당 방열량이 상기 추정된 인버터(14)로부터의 발열량을 초과할 수 있도록 설정될 수도 있다.
- [0076] 구동제어장치(430)는 목표유량설정용맵으로서 도 4의 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 과 목표유량  $Q^*$ 간의 관계를 기억영역(도시안됨)에 저장한다. 구동제어장치(430)가 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 를 수신하면, 그들에 대응하는 목표유량  $Q^*$ 를 목표유량설정용맵으로부터 추출하고, 그것을 목표유량  $Q^*$ 로 설정한다. 구동제어장치(430)는 이렇게 설정된 목표유량  $Q^*$ 로 냉각수를 순환하도록 워터펌프(66)를 구동하기 위한 신호 PWR을 생성하고, 그것을 워터펌프(66)에 제공한다. 워터펌프(66)는 구동제어장치(430)의 신호 PWR에 따라 제어되는 회전수로 운전되고, 목표유량  $Q^*$ 와 동일한 유량으로 냉매로(50 - 56)를 통해 냉각수를 순환시킨다.
- [0077] 상술된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 인버터(14)의 냉각시스템은 워터펌프(66)의 구동제어가 인버터(14)의 전류제어에 사용되는 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 을 토대로 수행된다는 점을 특징으로 한다. 이러한 특징은 다음과 같은 장점들을 제공할 수 있다.
- [0078] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 워터펌프의 구동제어를 예시하기 위한 타이밍 차트이다. 보다 구체적으로, 도 5는 신호 PWR, 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ , 냉각수온도  $T_w$ , 냉매로를 통해 순환하는 냉각수의 유량  $Q$ , 및 인버터(14)의 NPN 트랜지스터(Q3 - Q8)의 소자온도의 시간적 변화를 보여준다.
- [0079] 본 발명의 실시예와 비교하기 위하여, 도 5는 온도센서로부터 제공되는 냉각수온도  $T_w$ 의 감지된 값을 토대로 워터펌프(66)가 구동 및 제어되는 경우의 시간에 따라 발생하는 각종 값들의 변화를 점선으로 보여주기도 한다.
- [0080] 도 5를 참조하면, 우선 시각  $t_1$ 에서 요구모터출력의 급격한 변동에 응답하여 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 이 급증한다고 가정한다.
- [0081] 시각  $t_1$ 에서 그리고 그 이후에, 제어장치(40)의 인버터제어회로는 상기 방식으로 급증하는 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 을 토대로 모터전류  $I_d$ ,  $I_q$ 를 제어한다. 또한, 이러한 전류제어와 병렬로, 구동제어장치(430)는 전류지령변환유닛(410)으로부터 제공되는 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 을 토대로 도 4의 목표유량설정용맵으로부터 목표유량  $Q^*$ 에 대응하여 추출한다. 구동제어장치(430)는 (도 5의 실선 LN1에 대응하는) 추출된 목표유량  $Q^*$ 에서 순환을 위한 신호 PWR을 생성하고, 생성된 신호 PWR을 워터펌프(66)로 제공한다.
- [0082] 워터펌프(66)가 시각  $t_1$ 에서 구동제어장치(430)로부터 신호 PWR을 수신하면, 신호 PWR에 응답하여 회전수를 증가시킨다. 이에 따라, 냉매로(50 - 58)를 통해 순환하는 냉각수의 유량  $Q$ 가 도면에 실선 LN3으로 표시된 바와 같이 시각  $t_1$ 에서 그리고 그 이후에 점진적으로 증가한다.
- [0083] 인버터(14)에서, 전류제어는 시각  $t_1$ 에서 그리고 그 이후에 급증한 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 을 토대로 수행되어, 모터전류  $I_d$ ,  $I_q$ 가 각각 목표값, 즉 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 를 향해 점진적으로 상승한다. 모터전류의 상승에 따라, 인버터(14)의 NPN 트랜지스터(Q3 - Q8)의 열손실이 증가한다. 그러므로, 도면에 실선 LN6으로 표시된 바와 같이, 각각의 NPN 트랜지스터(Q3 - Q8)의 소자온도  $T_i$ 가 시각  $t_1$ 에서 그리고 그 이후에 점진적으로 상승한다.

- [0084] 인버터(14)의 NPN 트랜지스터(Q3 - Q8)에서, 소자온도  $T_i$ 는 열적 열화로부터의 보호를 보장할 수 있는 상한온도  $T_{i\_max}$ 를 가진다. 소자온도  $T_i$ 가 상한온도  $T_{i\_max}$ 를 초과하면, NPN 트랜지스터(Q3 - Q8)를 손상시킬 가능성이 높아진다.
- [0085] 하지만, 본 발명의 실시예에 따르면, 냉매로(50 - 56)를 통해 순환하는 냉각수의 유량  $Q$ 는 도면의 실선 LN6, LN3으로 볼 수 있는 바와 같이, 소자온도  $T_i$ 의 상승에 따라 증가한다. 따라서, 인버터(14)에서는, 냉매로(50 - 56)로의 방열량이 방열량에 따라 증가하여, 온도의 급상승이 억제되도록 한다. 결과적으로, 소자온도  $T_i$ 가 상한온도  $T_{i\_max}$  이하로 유지될 수 있다.
- [0086] 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 에 기초한 워터펌프(66)의 구동제어는 상술된 바와 같이 수행되며, 냉각수온도  $T_w$ 에 기초한 구동제어는 다음과 같이 수행된다.
- [0087] 구체적으로, 모터전류  $I_d$ ,  $I_q$ 가 시각  $t_1$ 에서 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 의 급증에 응답하여 상승하면, NPN 트랜지스터(Q3 - Q8)의 열손실이 증가하고, 각각의 소자온도  $T_i$ 가 점선 LN5로 표시된 바와 같이 급상승한다.
- [0088] 인버터(14)의 방열량은 소자온도  $T_i$ 의 상승에 따라 상승하기 때문에, 온도센서(60)에 의해 감지되는 냉각수온도  $T_w$ 는 시각  $t_1$ 에서 그리고 그 이후에 점진적으로 상승한다.
- [0089] 상기 동작 시, 제어장치는 냉각수온도  $T_w$ 의 감지된 값이 사전 설정된 임계값  $T_{w\_std}$ 를 초과하는지의 여부를 판정한다. 시각  $t_2$ 에서 냉각수온도  $T_w$ 가 사전 설정된 임계값  $T_{w\_std}$ 를 초과한 것으로 판정되면, 제어장치는 도면에 점선 LN2으로 표시된 바와 같이, 냉각수온도  $T_w$ 를 임계값  $T_{w\_std}$  이하로 유지하기 위해 워터펌프(66)를 구동 및 제어하기 위한 신호 PWR을 생성한다.
- [0090] 워터펌프(66)가 신호 PWR에 응답하여 그 회전수를 증가시키면, 냉매로(50 - 56)를 통해 순환하는 냉각수의 유량  $Q$ 는 도면에 점선 LN4로 표시된 바와 같이 시각  $t_2$ 에서 그리고 그 이후에 점진적으로 증가한다.
- [0091] 하지만, 소자온도  $T_i$ 가 실제로 상승하기 시작할 때, 냉각수의 유량  $Q$ 의 증가가 시각  $t_1$ 으로부터 지체된 시각  $t_2$ 에서 시작한다. 그러므로, 도 5에 점선 LN5로 표시된 바와 같이, 소자온도  $T_i$ 가 급상승하는 경우에는 냉각 능력이 소자온도  $T_i$ 의 상승을 따라갈 수 없어, 소자온도  $T_i$ 가 상한값  $T_{i\_max}$ 를 초과할 가능성이 있게 된다. 따라서, 냉각수온도  $T_w$ 에 기초한 워터펌프(66)의 구동제어가 인버터(14)의 온도 상승에 대한 냉각 능력의 제어 응답 시에 저하되어, 인버터(14)의 과열을 확실하게 방지할 수 없게 된다.
- [0092] 이러한 점과 관련하여, 본 발명의 실시예는 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 에 기초한 냉각 능력을 제어하기 때문에, 인버터(14)의 온도 상승에 대한 제어 응답성을 향상시키므로, 인버터(14)를 확실하게 보호할 수 있게 된다. 또한, 앞서 설명된 종래의 냉각제어장치와 달리, 본 실시예는 열적 모델을 이용하여 집합부의 온도를 추정하는 복잡한 산술 처리가 필요하지 않으므로, 제어 응답성이 우수한 간단한 냉각시스템을 구성할 수 있게 된다.
- [0093] 냉각시스템의 제어 응답성을 보장하기 위하여, 소자온도의 고저에 관계없이, 열적 부하가 최대인 경우에 필요한 냉각수의 유량으로 목표유량  $Q^*$ 을 고정하면서, 워터펌프(66)의 구동제어를 수행하는 이러한 방식이 연구되어 왔다. 이러한 방식에 따르면, 워터펌프(66)가 항상 최대 전력으로 구동되기 때문에, 소자온도의 급상승이 억제될 수 있다. 그러므로, 인버터(14)의 과열이 확실하게 방지될 수 있게 된다.
- [0094] 하지만, 상기 방식은 워터펌프(66)의 전력소비를 낭비적으로 증가시킨다. 이는 이러한 냉각시스템을 탑재한 차량의 연료소비를 증가시킨다.
- [0095] 이와는 대조적으로, 본 발명의 실시예는 인버터(14)의 온도 상승에 대한 냉각 능력의 제어 응답성을 보장하여, AC 모터(M1)의 요구출력에 따라 변하는 인버터(14)의 온도 상승의 크기에 대하여 적절한 목표유량  $Q^*$ 가 설정될 수 있도록 한다. 그러므로, 워터펌프(66)의 구동효율이 증가될 수 있고, 전력소비가 절감될 수 있다. 결과적으로, 차량의 연료소비가 개선될 수 있다.
- [0096] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 워터펌프(66)의 구동제어를 예시하기 위한 흐름도이다.
- [0097] 도 6을 참조하면, 구동제어장치(430)가 인버터제어회로의 전류지령변환유닛(410)으로부터 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 을 수신하면(단계 S01), 기억영역에 미리 저장된 목표유량설정용맵(도 4 참조)으로부터 주어지는 전류지령  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ 에 응답하여 목표유량  $Q^*$ 을 추출한다(단계 S02).
- [0098] 구동제어장치(430)는 이렇게 설정된 목표유량  $Q^*$ 에서 냉각수를 순환하도록 워터펌프(66)를 구동하기 위한 신호 PWR을 생성하고, 그것을 워터펌프(66)에 제공한다(단계 S03). 워터펌프(66)는 구동제어장치(430)로부터의 신호 PWR을 따라 제어되는 회전수에서 운전되고, 목표유량  $Q^*$ 과 같은 유량으로 냉매로(50 - 56)를 통해 냉각수를 순

환시킨다.

- [0099] 본 발명의 실시예는 전류지령  $I_{d*}$ ,  $I_{q*}$ 을 토대로 워터펌프(66)의 구동제어를 수행하도록 구성되지만, 워터펌프(66) 이외에 라디에이터팬(64)의 구동제어를 수행하도록 구성될 수도 있다.
- [0100] 상술된 바와 같이, 본 발명의 실시예는 인버터가 과열로부터 확실하게 보호될 수 있도록 온도 상승이 예상되는 인버터의 응답성이 양호하게 냉각 능력을 증가시킬 수 있다.
- [0101] 또한, 본 실시예는 요구모터출력에 따라 변하는 인버터의 온도 상승의 크기에 대하여 적절한 냉각 능력을 설정할 수 있다. 이에 따라, 냉각장치가 응답성이 열등하여 항상 최대 능력으로 설정되어야만 하는 종래의 냉각시스템에 비해 전력소비가 개선될 수 있다. 결과적으로, 본 발명에 따른 모터구동장치를 탑재한 차량의 연료소비를 개선시킬 수 있게 된다.
- [0102] 지금까지 본 발명을 상세히 기술 및 예시하였지만, 본 발명은 제한적인 것이 아니라 단지 예시적인 방법을 통하여 설명한 것으로, 본 발명의 범위는 첨부된 청구범위의 항목들에 의해 해석된다는 것은 자명하다.

### 산업상 이용 가능성

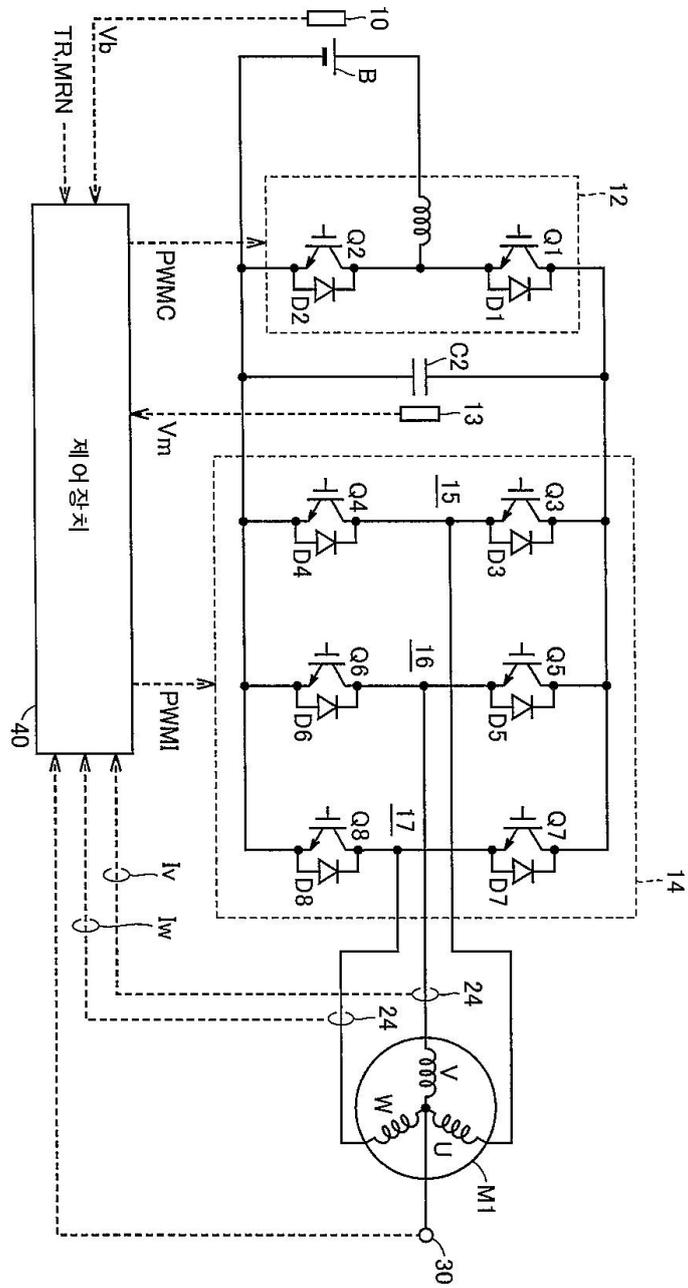
- [0103] 본 발명은 차량에 탑재된 모터제어장치에 적용가능하다.

### 도면의 간단한 설명

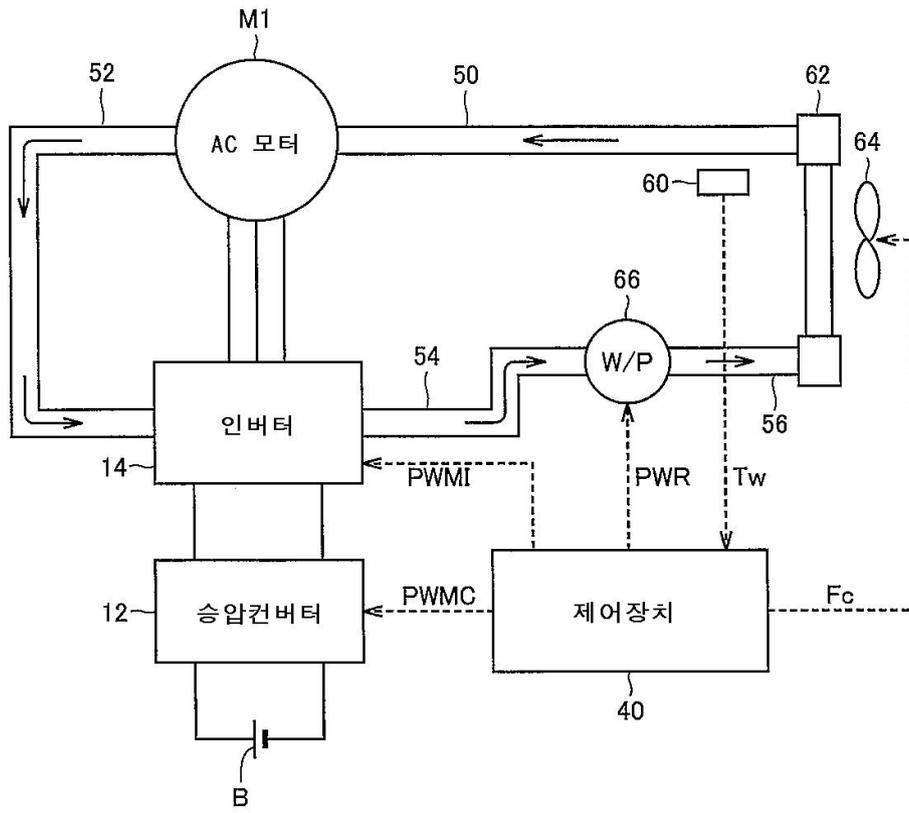
- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 모터구동장치의 개략적인 블록도;
- [0020] 도 2는 인버터의 냉각시스템의 구조를 도시한 블록도;
- [0021] 도 3은 도 2의 제어장치의 기능블럭도;
- [0022] 도 4는 목표유량  $Q^*$ 과 전류지령  $I_{d*}$ ,  $I_{q*}$  간의 관계를 도시한 도면;
- [0023] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 워터펌프의 구동제어를 예시하기 위한 타이밍 차트; 및
- [0024] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 워터펌프의 구동제어를 예시하기 위한 흐름도이다.

도면

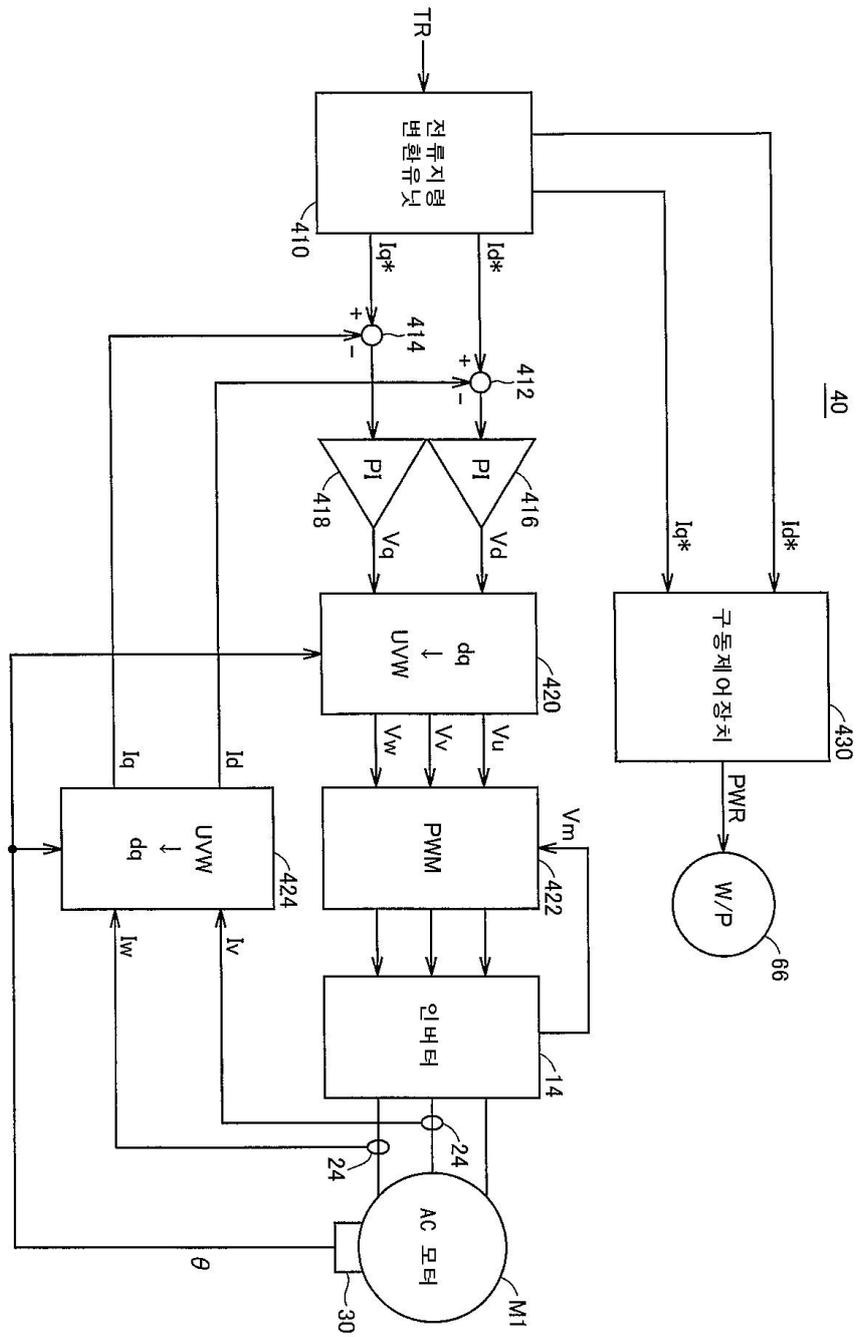
도면1



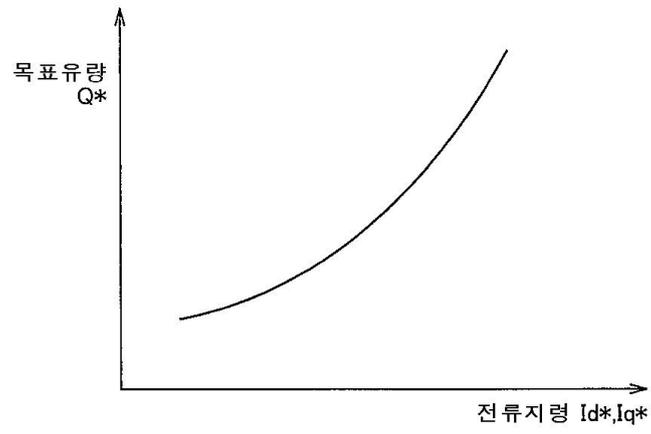
도면2



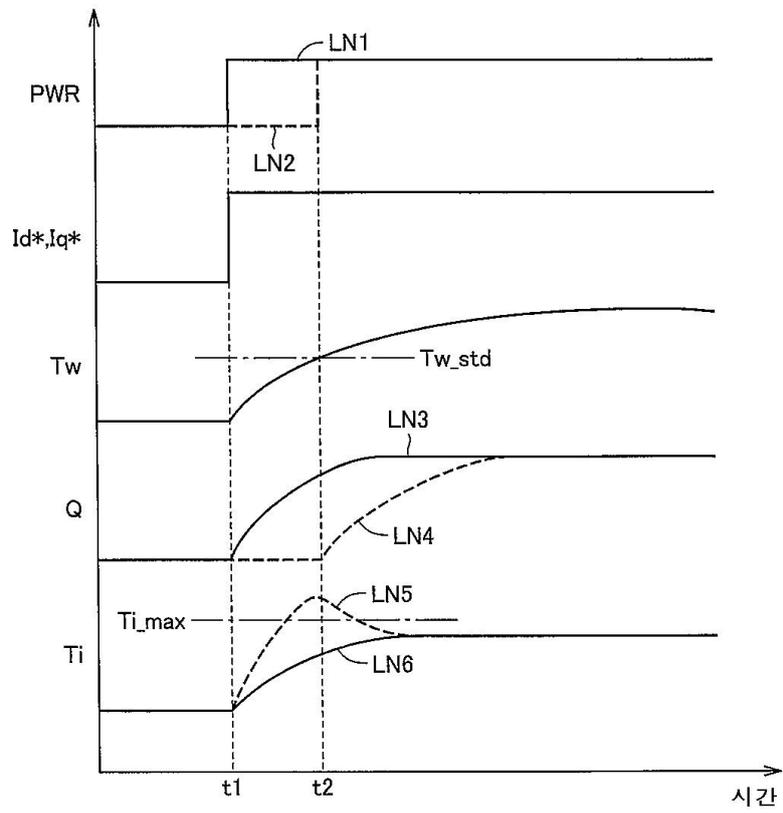
도면3



도면4



도면5



도면6

