



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년12월07일
 (11) 등록번호 10-1684129
 (24) 등록일자 2016년12월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B60W 10/30 (2006.01) B60W 10/08 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 B60W 10/30 (2013.01)
 B60W 10/08 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2015-0083959
 (22) 출원일자 2015년06월15일
 심사청구일자 2015년06월15일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2013051786 A*
 JP2013156097 A*
 KR1020120061434 A*
 KR1020120061667 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 현대자동차주식회사
 서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
 (72) 발명자
 이계환
 경기도 성남시 분당구 분당로263번길 24 장안타운
 건영아파트 110동 702호
 양진명
 부산광역시 해운대구 재반로270번길 13 그린파크
 1동 306호
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 한라특허법인(유한)

전체 청구항 수 : 총 5 항

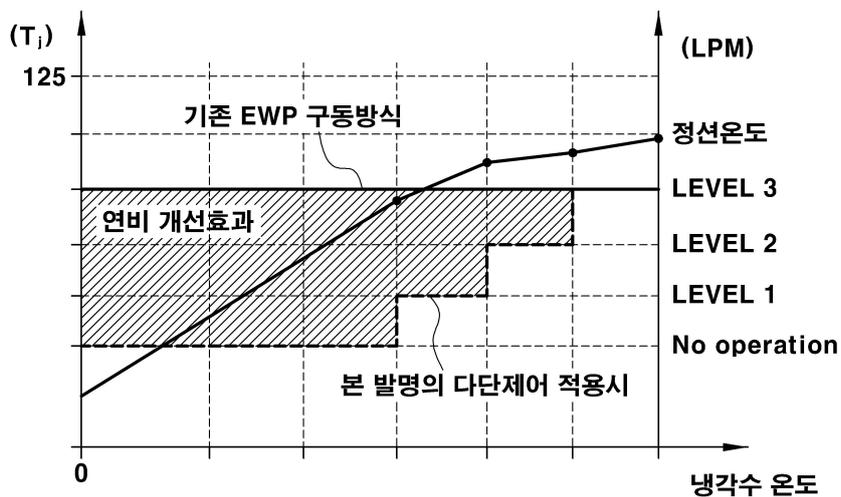
심사관 : 이언수

(54) 발명의 명칭 **전동식 워터펌프 다단 제어 방법**

(57) 요약

본 발명은 반도체 스위칭 소자를 포함하는 인버터를 비롯하여 주행용 구동모터 등을 냉각수를 이용하여 냉각할 때, 전동식 워터펌프의 구동에 따른 냉각수의 유속(LPM)이 방열특성에 큰 영향을 미치는 점을 고려하여 안출한 것으로서, 정확한 열모델을 활용하여 냉각수 유속(LPM) 변동에 따른 반도체 스위칭 소자의 열저항값 변동 및 이 변동에 따른 정선온도 변화량을 정확하게 예측할 수 있도록 함으로써, 전동식 워터펌프의 다단 제어를 통한 구동 파워 최소화가 가능하여 연비효과를 극대화시킴과 동시에 반도체 스위칭 소자를 포함하는 인버터 파워모듈의 과온 방지 및 내구수명을 보장할 수 있는 전동식 워터펌프 다단 제어 방법을 제공하고자 한 것이다.

대표도 - 도6



(72) 발명자

이윤식

경기도 수원시 영통구 도청로 65 자연엔힐스테이트
아파트 5402동 2201호

이성민

경기도 화성시 남양로621번길 46 현대독신자기숙사
602호

신상철

경기도 수원시 영통구 삼성로292번길 25 신동아파
라디움아파트 101동 901호

장한근

경기도 용인시 수지구 용구대로2771번길 66 벽산2
단지아파트 204동 1801호

명세서

청구범위

청구항 1

전동식 워터펌프의 구동에 따른 냉각수의 유속(LPM) 및 인버터의 반도체 스위칭 소자의 열저항값 변동량을 고려하여, 반도체 스위칭 소자의 정선온도를 계산하는 단계와;

계산된 반도체 스위칭 소자의 정선온도를 기반으로 전동식 워터펌프의 구동을 다단으로 제어하는 단계;

를 포함하고,

상기 반도체 스위칭 소자의 정선온도는:

소정의 모터 구동 조건을 결정하는 입력 파라미터값이 정해질 때의 인버터 파워모듈의 파워손실값을 계산하는 단계와;

인버터 파워모듈을 구성하는 반도체 스위칭 소자의 정선에서의 열저항값을 산출하는 단계와;

전동식 워터펌프의 냉각수 유속(LPM)에 따른 열저항값 변동비율을 시험을 통하여 얻는 단계 후,

상기 파워손실값, 열저항값, 열저항 변동비율을 {정선온도 = 파워손실 × [열저항값 × 열저항 변동비율(@LPM)] + 수온}에 대입하여 계산되는 것을 특징으로 하는 전동식 워터펌프 다단 제어 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 인버터 파워모듈의 파워손실값은 IGBT에서 발생하는 IGBT 도통손실과 IGBT 스위칭손실의 합과, 다이오드에서 발생하는 다이오드 도통손실과 다이오드 스위칭손실의 합을 합하여 계산되는 것을 특징으로 하는 전동식 워터펌프 다단 제어 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 열저항값은 써멀 카메라를 이용하여 반도체 스위칭 소자의 온도변화값인 델타 온도값을 얻어낸 후, 이 얻어낸 델타온도값과 입력 파라미터값을 통해서 얻어낸 파워손실값을 이용하여 산출되는 것을 특징으로 하는 전동식 워터펌프 다단 제어 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 전동식 워터펌프는 계산된 반도체 스위칭 소자의 정선온도를 소정의 관리 온도 이내로 유지시키는 수준으로 다단 제어되는 것을 특징으로 하는 전동식 워터펌프 다단 제어 방법.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 5에 있어서,

상기 전동식 워터펌프는 냉각수온이 저온인 경우 저속단으로 구동되도록 제어되고, 냉각수온이 고온으로 갈수록 중속 및 고속단으로 구동되도록 제어되는 것을 특징으로 하는 전동식 워터펌프 다단 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전동식 워터펌프 다단 제어 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 전동식 워터펌프의 다단 제어를 통한 연비 향상을 도모하는 동시에 인버터 파워모듈의 정선온도를 정확하게 예측하여 정선 과온보호가 가능하도록 한 전동식 워터펌프 다단 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 하이브리드 차량 및 전기자동차와 같은 친환경 차량에 탑재되는 인버터는 고전압 배터리로부터 나오는 고전압 직류전압을 저전압 교류전압으로 변환하여 주행용 구동모터에 원하는 토크 및 속도를 위한 전력을 공급하는 역할을 한다.

[0003] 상기 인버터의 파워모듈은 IGBT(insulated gate bipolar mode transistor) 와 다이오드(Diode) 등과 같은 반도체 스위칭 소자로 구성되어, 고전압/고전류를 빠른 스위칭을 통해서 모터로 전달시키는 역할을 하는 바, 이때 전류 손실이 발생된다.

[0004] 이러한 전류 손실은 반도체 스위칭 소자들을 가열시키고, 가열된 열에 의하여 반도체 스위칭 소자의 정선 온도(반도체 소자의 pn 접합면의 온도)가 상승되며, 이 정선온도가 반도체 스위칭 소자의 정격을 넘는 경우 각 스위칭 소자의 소손 및 파워모듈의 내구수명을 감소시킨다.

[0005] 상기 반도체 스위칭 소자를 포함하는 인버터를 비롯하여 주행용 구동모터 등을 냉각시키고, 특히 반도체 스위칭 소자의 최종 정선온도를 120℃ 이내로 관리하기 위한 냉각 방법으로서, 직접 냉각 또는 간접 냉각 방식을 채택할 수 있고, 전동식 워터펌프를 이용하여 소정의 냉각유로를 따라 냉각수를 순환 공급하는 동시에 순환되는 냉각수와 냉각대상(인버터 및 모터 등) 간의 열전달(열교환)이 이루어지도록 한 간접 냉각 방식이 주로 적용되고 있다.

[0006] 이때, 상기 반도체 스위칭 소자의 소손 방지 및 내구 수명을 유지하기 위해서는 반도체 스위칭 소자의 최대 정선온도를 항상 120℃ 이내로 관리해야 하고, 이에 반도체 스위칭 소자의 정선온도를 정확하게 추정하여 직접 또는 간접 냉각 작동이 이루어져야 한다.

[0007] 상기 정선온도 추정을 위하여 인버터 파워모듈에는 써모커플(thermo couple) 방식의 NTC 써미스터(Negative Temperature Coefficient thermistor)가 내재되어 있는 바, 이 NTC는 정선온도의 발열 비율에 따라 그 온도가 상승하므로, 이를 통해서 정선온도를 실시간으로 유추해 낼 수 있지만, 배터리 전압과 스위칭 주파수의 변화에 대한 보상이 없기에 이에 따른 오차로 인하여 정확한 정선온도의 예측이 불가능한 단점이 있다.

[0008] 즉, 종래의 반도체 스위칭 소자에 대한 정선온도 추정에 있어서, 전동식 워터펌프 구동에 따른 냉각수의 유속(LPM, Liter Per Minute) 및 반도체 스위칭 소자의 정선에서의 열저항값 등이 방열특성에 큰 영향을 미치는 점을 고려하지 않음에 따라, 반도체 스위칭 소자의 최종 정선온도를 정확하게 추정하는데 한계가 있고, 또한 전동식 워터펌프의 구동파워 소모량이 커져서 연비를 저하시키는 동시에 반도체 스위칭 소자 및 전동식 워터펌프의 내구수명을 단축시키는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 반도체 스위칭 소자를 포함하는 인버터를 비롯하여 주행용 구동모터 등을 냉각수를 이용하여 냉각할 때, 전동식 워터펌프의 구동에 따른 냉각수의 유속(LPM)이 방열특성에 큰 영향을 미치는 점을 고려하여 안출한 것으로서, 정확한 열모델을 활용하여 냉각수 유속(LPM) 변동에 따른 반도체 스위칭 소자의 열저항값 변동 및 이

변동에 따른 정선온도 변화량을 정확하게 예측할 수 있도록 함으로써, 전동식 워터펌프의 다단 제어를 통한 구동과워 최소화가 가능하여 연비효과를 극대화시킴과 동시에 반도체 스위칭 소자를 포함하는 인버터 파워모듈의 과온 방지 및 내구수명을 보장할 수 있는 전동식 워터펌프 다단 제어 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 전동식 워터펌프의 구동에 따른 냉각수의 유속(LPM) 및 인버터의 반도체 스위칭 소자의 열저항값 변동량을 고려하여, 반도체 스위칭 소자의 정선온도를 계산하는 단계와; 계산된 반도체 스위칭 소자의 정선온도를 기반으로 전동식 워터펌프의 구동을 다단으로 제어하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 전동식 워터펌프 다단 제어 방법을 제공한다.
- [0011] 특히, 상기 반도체 스위칭 소자의 정선온도는: 소정의 모터 구동 조건을 결정하는 입력 파라미터값이 정해질 때의 인버터 파워모듈의 파워손실값을 계산하는 단계와; 인버터 파워모듈을 구성하는 반도체 스위칭 소자의 정선에서의 열저항값을 산출하는 단계와; 전동식 워터펌프의 냉각수 유속(LPM)에 따른 열저항값 변동비율을 시험을 통하여 얻는 단계 후, 상기 파워손실값, 열저항값, 열저항 변동비율을 {정선온도 = 파워손실 × [열저항값 × 열저항 변동비율(@LPM)] + 수온}에 대입하여 계산되는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 바람직하게는, 상기 인버터 파워모듈의 파워손실값은 IGBT에서 발생하는 IGBT 도통손실과 IGBT 스위칭손실의 합과, 다이오드에서 발생하는 다이오드 도통손실과 다이오드 스위칭손실의 합을 합하여 계산되는 것을 특징으로 하는 전동식 워터펌프 다단 제어 방법.
- [0013] 또한, 상기 열저항값은 썬더 카메라를 이용하여 반도체 스위칭 소자의 온도변화값인 델타 온도값을 얻어낸 후, 이 얻어낸 델타온도값과 입력 파라미터값을 통해서 얻어낸 파워손실값을 이용하여 산출되는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 바람직하게는, 상기 전동식 워터펌프는 계산된 반도체 스위칭 소자의 정선온도를 소정의 관리 온도 이내로 유지시키는 수준으로 다단 제어되는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 더욱 바람직하게는, 상기 전동식 워터펌프는 냉각수온이 저온인 경우 저속단으로 구동되도록 제어되고, 냉각수온이 고온으로 갈수록 중속 및 고속단으로 구동되도록 제어되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0016] 상기한 과제 해결 수단을 통하여, 본 발명은 다음과 같은 효과를 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 인버터 파워모듈의 정선온도 추정 로직을 나타낸 제어도.
- 도 2는 인버터 파워모듈의 파워 사이클을 도시한 그래프,
- 도 3은 인버터 파워모듈에 대한 직접 냉각 및 간접 냉각 방식 적용시 반도체 스위칭 소자의 정선온도 변화를 비교한 그래프,
- 도 4 및 도 5는 본 발명에 따른 전동식 워터펌프의 다단 구동 제어 조건을 선정하는 방법을 도시한 순서도,
- 도 6은 본 발명에 따른 전동식 워터펌프의 다단 구동 제어를 종래와 비교하여 나타낸 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면을 참조로 상세하게 설명하기로 한다.
- [0019] 첨부한 도 1은 반도체 스위칭 소자의 정선온도(T_{junction})를 120℃ 이내로 정밀하게 관리하기 위한 본 발명의 정선온도 추정 로직을 나타낸다.
- [0020] 도 1에서 보듯이, 소정의 모터 구동 조건을 결정하는 입력 파라미터(parameter) 값(예를 들어, 부하전류, 입력

전압, 가변 스위칭 주파수 등)이 정해지면, 소정의 모터 구동 조건에 따른 파워손실값(Power Loss)을 반도체 스위칭 소자의 정선에서의 열저항값과 곱하여 정선의 델타온도를 계산하고, 그 델타온도값을 수온센서에서 읽어오는 수온과 더해줌으로써, 반도체 스위칭 소자의 최종 정선온도를 추정할 수 있고, 이 추정된 온도를 항상 120℃ 이내가 되도록 관리하고 있다.

- [0021] 이때, 상기 입력 파라미터인 가변 스위칭 주파수, 입력전압, 부하전류의 변동 조건에서도 정선온도를 5℃ 이내의 편차 범위로 예측 가능하다.
- [0022] 본 발명은 위와 같은 정선온도 추정 로직을 이용하되, 전동식 워터펌프의 구동에 따른 냉각수의 유속(LPM)이 방열특성에 큰 영향을 미치는 점을 고려하여 전동식 워터펌프 다단 제어할 수 있도록 함으로써, 전동식 워터펌프의 구동파워를 최소화시켜서 연비효과를 극대화시킴과 동시에 반도체 스위칭 파워모듈의 과온 방지 및 내구수명을 보장할 수 있도록 한 점에 주안점이 있다.
- [0023] 먼저, 소정의 모터 구동 조건을 결정하는 입력 파라미터(parameter) 값(예를 들어, 부하전류, 입력전압, 가변 스위칭 주파수 등)이 정해질 때, IGBT(insulated gate bipolar mode transistor)와 다이오드(Diode)와 같은 반도체 스위칭 소자를 포함하는 인버터 파워모듈의 파워손실값(Power Loss)을 계산한다.
- [0024] 즉, 친환경 차량의 주행을 위한 특정의 모터 구동 조건을 결정하는 입력 파라미터(parameter) 값(예를 들어, 부하전류, 입력전압, 가변 스위칭 주파수 등)이 정해지면, 인버터의 파워 구동소자인 IGBT와 다이오드에서 파워손실이 발생하는 바, 이 파워손실값은 도통(conduction) 상황에서 발생하는 도통손실과 스위칭(switching)시 발생하는 스위칭손실의 합으로 계산된다.
- [0025] 이에, 총 파워손실값은 IGBT에서 발생하는 IGBT 도통손실과 IGBT 스위칭손실의 합과, 다이오드에서 발생하는 다이오드 도통손실과 다이오드 스위칭손실의 합을 합해진 값이 된다.
- [0026] 다음으로, 상기 인버터 파워모듈을 구성하는 반도체 스위칭 소자의 정선에서의 열저항값을 산출한다.
- [0027] 상기 열저항값은 인버터 파워모듈의 고유특성 및 방열특성에 따라서 정해지기 때문에 실제 모터와 함께 구동시뮬을 통해서 산출하는 방법이 제일 정확하다.
- [0028] 상기와 같이 입력 파라미터가 정해지고, 그에 따른 파워손실이 발생하면, IGBT 온도는 파워손실 전 시작온도로부터 썬멀 인피던스(thermal impedance)의 특성을 가지면서 한계(saturation) 최종온도까지 상승하는 바, 이때 온도변화값 즉, 델타(delta)온도값(최종온도-시작온도)는 실차 조건에서 확인할 수 있는 방법이 없지만, 실제 인버터 파워모듈을 통한 모터 구동을 시험하는 실험실 조건에서는 썬멀 카메라를 통해서 실제 온도변화값(델타온도값)을 확인할 수 있다.
- [0029] 따라서, 상기 반도체 스위칭 소자의 정선에서의 열저항값은 썬멀카메라를 이용하여 얻은 델타온도값과 상기한 입력 파라미터값을 통해서 얻은 파워손실값을 이용하여 아래의 식 1을 통해서 계산할 수 있다.
- [0030] 식 1) : 열저항값(Thermal Resistance) = 델타온도값(delta temperature)/파워손실값(Power Loss)
- [0031] 이때, 전동식 워터펌프의 구동에 의한 냉각수가 인버터 파워모듈 및 모터 등에 구비된 소정의 냉각수 경로를 따라 순환되는 바, 냉각수의 동일 유량 즉, 동일 LPM에서는 상기 열저항값은 입력 파라미터값에 따라서 변동되지 않지만, LPM이 변동되면 인버터 파워모듈의 방열특성이 달라지기 때문에 열저항값 또한 변동된다.
- [0032] 이에, 상기 열저항값 변동비율을 전동식 워터펌프의 구동량에 따른 LPM 조건에 맞게 적용해야 하고, 위와 같이 실험실 조건에서의 시험을 수회 반복하여 LPM별 열저항 변화 비율을 얻을 수 있다.
- [0033] 따라서, 시험을 통해서 얻은 LPM별 정선온도 변화비율(열저항 변화 비율)을 통해서 LPM 변화에 따른 인버터 파워모듈의 반도체 스위칭 소자의 정선온도 예측이 가능하다.
- [0034] 여기서, 냉각수 유속(LPM) 변화에 따른 정선온도 예측 과정을 살펴보면 다음과 같다.
- [0035] 우선, 전동식 워터펌프(EWP, Electric Water Pump)의 구동 시작온도를 선정한다.
- [0036] 상기 전동식 워터펌프의 미동작 구간이 넓을수록 연비 효과는 극대화되지만, 인버터 파워모듈을 냉각하는 냉각수 순환이 그 만큼 이루어지지 않으므로, 인버터 파워모듈을 구성하는 반도체 스위칭 소자의 정선온도는 급격하게 상승되므로, 인버터 파워모듈의 파워 사이클(power cycle)에 대한 상세 분석이 필요하다.
- [0037] 상기 파워 사이클은 첨부한 도 2에서 보듯이, 외기에 의하여 초기 동작시 받는 온도 스트레스로 인하여 전동식 워터펌프의 동작 전까지 급격히 온도가 변하는 패시브 사이클(Passive Cycle)과 부하변동에 의하여 받는 온도

스트레스인 액티브 사이클(Active Cycle)의 합으로 분석될 수 있다.

- [0038] 이에, 상기 전동식 워터펌프의 동작 시점에 따라서 상기 델타온도를 계산한 후, 파워 사이클에 따른 스트레스 산출을 고려하여, 전동식 워터펌프의 구동 시작온도로서 냉각수온 레벨을 최종 선정하는 것이 바람직하다.
- [0039] 추가적으로, 인버터 파워모듈내에 삽입된 온도센서(NTC)가 설계치 온도를 감지하면, 전동식 워터펌프의 동작 또한 결정되며, 이는 정선온도 변동에 따른 파워 사이클 스트레스를 최소화하는데 있다.
- [0040] 이어서, 상기 전동식 워터펌프의 구동 시작온도가 선정되면, 전동식 워터펌프의 다단 구동(예를 들어, 레벨 (LEVEL) 1 ~ 3 구동) 조건을 다음과 같이 선정한다.
- [0041] 우선, 소정의 모터 구동 조건을 결정하는 입력 파라미터(parameter) 값(예를 들어, 부하전류, 입력전압, 가변 스위칭 주파수 등)이 정해지면, 그에 따른 파워 손실값이 정해진다.
- [0042] 또한, 상기 인버터 파워모듈을 구성하는 반도체 스위칭 소자의 정선에서의 실제 열저항값은 전동식 워터펌프의 다단 구동에 따라 변동되는 냉각수 유속(LPM)을 고려하여, "열저항값 × 열저항 변동비율(@LPM)"으로 산출된다.
- [0043] 이때, 상기 열저항값 변동비율은 전동식 워터펌프의 구동량에 따른 LPM 조건에 맞게 실험실 조건에서의 시험을 수회 반복하여 얻어질 수 있고, 다음의 표 1에 기재된 바와 같이 직접 냉각 및 간접 냉각 방식에서 열저항값 변동비율은 달리 적용된다.

표 1

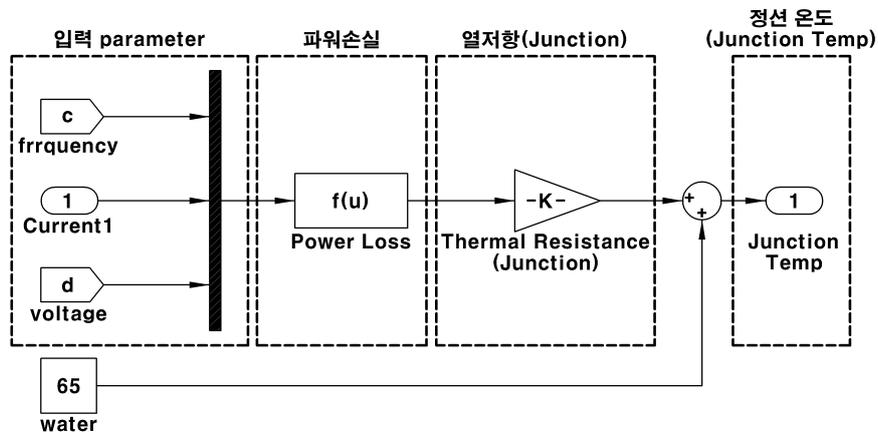
직접냉각 방식				간접냉각 방식			
0LPM	3LPM	5LPM	8LPM	0LPM	3LPM	5LPM	8LPM
a% ↑	b% ↑	c% ↑	기준	x% ↑	y% ↑	z% ↑	기준

- [0044]
- [0045] 위의 표 1에 보듯이, 직접 냉각 방식의 경우 열저항값 변동비율은 유속별로 a% 내지 c%로 적용되고, 간접 냉각 방식의 경우 열저항값 변동비율은 유속별로 x% 내지 z%로 적용된다.
- [0046] 따라서, 아래의 식 2에 기재된 바와 같이, 상기 파워손실값을 반도체 스위칭 소자의 정선에서의 실제 열저항값 [열저항값 × 열저항 변동비율(@LPM)]을 곱하여 정선의 델타온도를 계산하고, 그 델타온도값을 수온센서(NTC)에서 읽어오는 수온과 더해줌으로써, 전동식 워터펌프의 LPM별 인버터 파워모듈을 구성하는 반도체 스위칭 소자의 정선온도를 예측할 수 있다.
- [0047] 식 2) : 정선온도 = 파워손실 × [열저항값 × 열저항 변동비율(@LPM)] + 수온
- [0048] 한편, 상기 열저항 변동비율은 상기한 표 1에 기재된 바와 같이 인버터 파워모듈의 방열수단이 냉각수와 직접 접촉하도록 한 직접 냉각방식과, 인버터 파워모듈의 방열수단이 냉각수와 냉각수 경로에 의하여 간접 접촉하도록 한 간접 냉각방식에 따라 달리 적용된다.
- [0049] 첨부한 도 3은 직접 냉각 및 간접 냉각 방식 적용시 전동식 워터펌프의 최대정격 구동조건에서 냉각수 유속을 달리해줄 경우, 반도체 스위칭 소자의 정선온도가 몇도까지 상승하는지를 비교한 그래프이다.
- [0050] 도 3에서 보듯이, 직접 냉각 방식의 경우 냉각수 유속에 따른 정선온도 변화가 높고, 간접 냉각 방식의 경우 냉각수 유속에 따른 정선온도 변화가 낮음을 알 수 있다.
- [0051] 이에, 직접냉각 방식 대비 간접 냉각 방식은 LPM에 따른 정선온도 영향성이 적기에 최소유량으로 정선온도 관리가 가능하고, 이는 전체 열저항 수치에서 냉각수와 접촉되는 부분의 열저항 비율이 직접냉각 방식 대비 적기 때문이다. 결국 직접 냉각 방식에 비하여 간접 냉각 방식의 경우 전동식 워터펌프의 다단 제어를 통한 연비 개선 효과를 얻을 수 있다.
- [0052] 따라서, 상기한 실험실 조건에서의 시험을 통하여 냉각수 유속(LPM)별 열저항 변동 비율을 직접 냉각 방식 및 간접 냉각 방식에 따라 달리 얻을 수 있고, 이때의 열저항 변동비율을 이용한 상기 식 2를 통하여 LPM 변화에 따른 인버터 파워모듈의 반도체 스위칭 소자의 정선온도 예측이 가능하다.
- [0053] 여기서, 본 발명에 따른 전동식 워터펌프의 다단 구동 제어 조건을 선정하는 방법에 대한 일 실시예를 첨부한 도 4 및 도 5를 참조로 설명하면 다음과 같다.

- [0054] 먼저, 냉각수 온도를 감지한다(S101).
- [0055] 상기 냉각수 온도를 제1레벨(예를 들어, 저온)과 비교하여(S102), 냉각수 온도가 더 높으면 전동식 워터펌프를 제1단계(예를 들어, 저속) 수준으로 구동시키는 전동식 워터펌프 구동 시간이 이루어진다(S104).
- [0056] 또한, 수온센서(NTC)가 설계치 이상의 온도를 감지하는 경우(S103)에도 전동식 워터펌프를 제1단계(저속) 수준으로 구동시키는 전동식 워터펌프 구동 시간이 이루어진다(S104).
- [0057] 이렇게 상기 전동식 워터펌프가 일단 제1단계(예를 들어, 저속) 수준으로 구동을 시작한다.
- [0058] 다음으로, 냉각수 수온이 제2레벨(예를 들어, 중온)보다 높으면, 상기 전동식 워터펌프를 제2단계(예를 들어, 중속) 수준으로 구동시키고, 반면 냉각수 수온이 제2레벨(예를 들어, 중온)보다 낮으면 냉각수온 제1레벨에서의 정선온도(반도체 스위칭 소자의 정선온도)를 계산한다(S105).
- [0059] 이때, 직접 냉각 방식의 경우 정선온도는 "과워손실(Power Loss) × [열저항값 × 열저항 변동비율(1+b%)] + 수온" 에 의하여 계산되고, 간접 냉각 방식의 경우 정선온도는 "과워손실(Power Loss) × [열저항값 × 열저항 변동비율(1+y%)] + 수온" 에 의하여 계산된다.
- [0060] 위의 b%는 상기 표 1에서 냉각수 유속이 3LPM 일 때의 b%를 대입한 것이고, 위의 y%는 상기 표 1에서 냉각수 유속이 3LPM 일 때의 y%를 대입한 것이다.
- [0061] 또한, 냉각수 수온이 제3레벨(예를 들어, 고온)보다 높으면, 상기 전동식 워터펌프를 제3단계(예를 들어, 고속) 수준으로 구동시키고, 반면 냉각수 수온이 제3레벨(예를 들어, 고온)보다 낮으면 냉각수온 제2레벨에서의 정선온도(반도체 스위칭 소자의 정선온도)를 계산한다(S106).
- [0062] 이때, 직접 냉각 방식의 경우 정선온도는 "과워손실(Power Loss) × [열저항값 × 열저항 변동비율(1+c%)] + 수온" 에 의하여 계산되고, 간접 냉각 방식의 경우 정선온도는 "과워손실(Power Loss) × [열저항값 × 열저항 변동비율(1+z%)] + 수온" 에 의하여 계산된다.
- [0063] 위의 c%는 상기 표 1에서 냉각수 유속이 5LPM 일 때의 c%를 대입한 것이고, 위의 z%는 상기 표 1에서 냉각수 유속이 5LPM 일 때의 z%를 대입한 것이다.
- [0064] 이와 같은 방식으로, 냉각수온에 따라 전동식 워터펌프를 저단에서 고속단으로 변동시키기는 다단 구동과 함께 다단 구동시 냉각수 유속(LPM) 변동에 따른 반도체 스위칭 소자의 열저항값 변동 및 이 변동에 따른 정선온도를 계산하는 방법을 실험을 통하여 데이터화시킴으로써, 실제 차량에서의 전동식 워터펌프를 소정의 온도 이내로 관리 가능한 정선온도를 유지시킬 수 있는 수준으로 다단 구동시킬 수 있다.
- [0065] 결론적으로, 첨부한 도 6에서 보듯이 냉각수온에 따라 전동식 워터펌프를 저단에서 고속단으로 변동시키며 다단 구동시킴으로써, 전동식 워터펌프의 구동과워를 최소화시켜서 연비효과를 극대화시킬 수 있고, 또한 냉각수 유속(LPM) 변동에 따른 반도체 스위칭 소자의 열저항값 변동에도 반도체 스위칭 파워모듈의 정선온도를 소정온도 이내로 관리하는 과온 방지 기능이 가능하여 인버터의 내구수명을 보장할 수 있다.

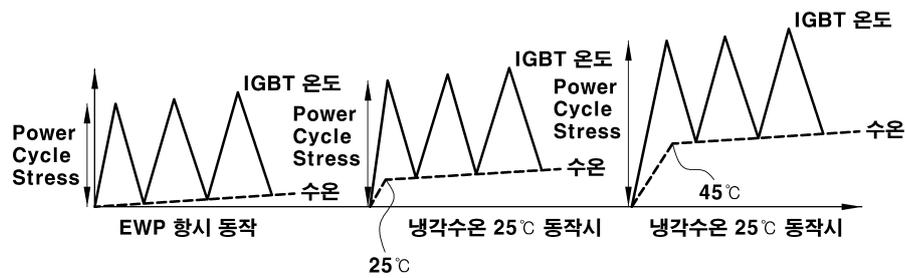
도면

도면1

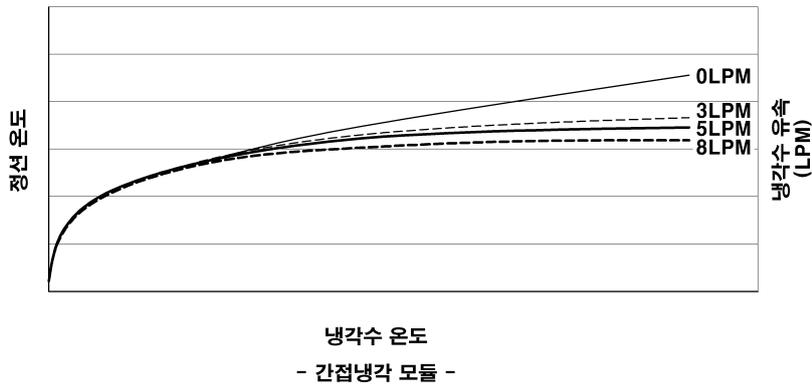
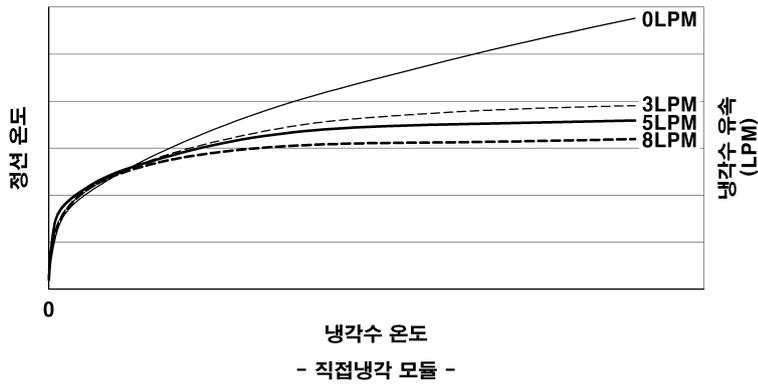


파워손실값(Power Loss) × 열저항(Junction) + 물 온도 = 정선 온도(Junction Temp)

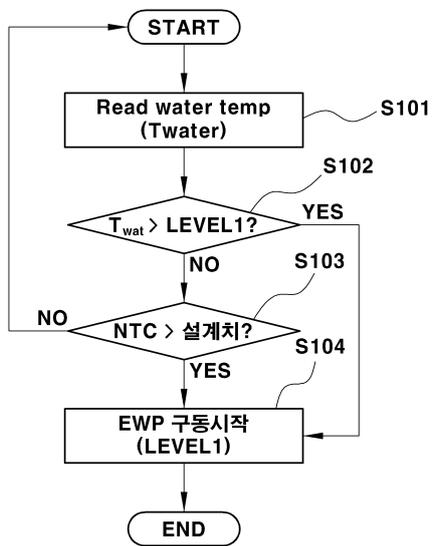
도면2



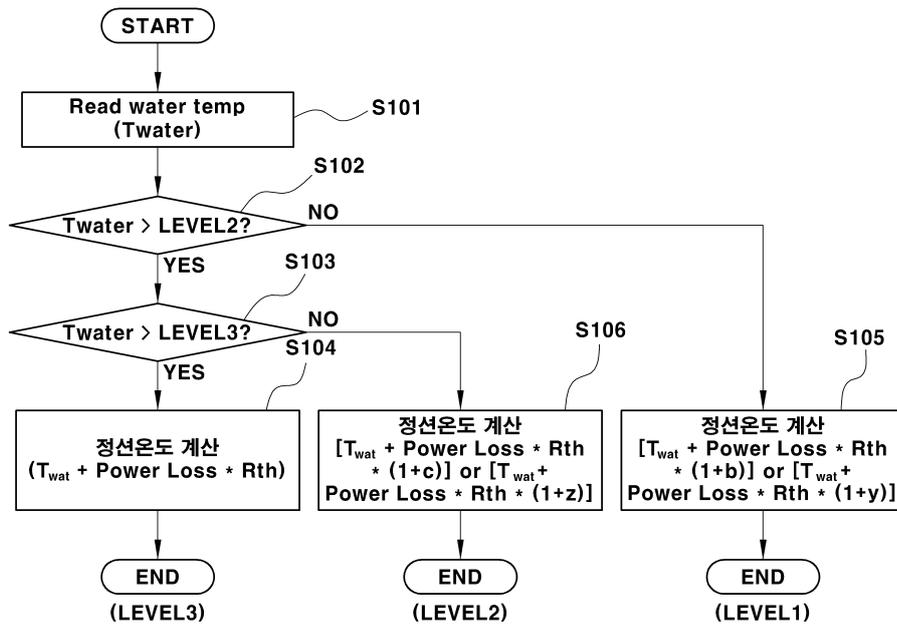
도면3



도면4



도면5



도면6

