

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H02M 7/48

(11) 공개번호 10-2005-0068958  
(43) 공개일자 2005년07월05일

(21) 출원번호 10-2003-0100776  
(22) 출원일자 2003년12월30일

(71) 출원인 현대자동차주식회사  
서울 서초구 양재동 231

(72) 발명자 문상현  
경기도안양시만안구안양동삼호수정아파트102동901호

(74) 대리인 유미특허법인

심사청구 : 있음

(54) 전기자동차의 디씨 링크 커패시터 고장 판정방법

요약

전기자동차에서 DC 링크 커패시터(DC Link Capacitor)의 손상 여부를 판단하여 배터리 및 인버터를 보호하도록 하는 것으로,

DC 링크 커패시터에 인가되는 전류값을 계산하는 과정과, 비동기 태스크 루틴을 진입하여 DC 링크 커패시터에 충전되는 전류의 시간에 따른 전압 변화율을 계산하여 커패시턴스를 계산하는 과정과, 커패시턴스가 설정된 상한 제한값과 하한 제한값의 범위에 포함되는지를 판단하는 과정과, 계산된 DC 링크 커패시턴스가 설정된 상한 제한값과 하한 제한값의 범위에 포함되지 않는 경우 설정된 지연시간 동안 일정회수 이상인지를 판단하는 과정과, 상기에서 설정된 지연시간 동안 일정회수 이상으로 검출되면 DC 링크 커패시터의 손상으로 판정하여 진단코드를 출력 저장하고 안전모드를 진행하는 과정을 포함한다.

대표도

도 2

색인어

전기자동차, DC 링크 커패시터, 전압 변화율, 자기진단코드

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 전기자동차의 동력전달 시스템 구성도.

도 2는 본 발명에 따른 전기자동차에서 DC 링크 커패시터의 고장 판정을 실행하는 일 실시예의 흐름도.

도 3은 본 발명에 따른 전기자동차에서 DC 링크 커패시터의 등가 전압 센싱을 위한 비동기 태스크를 나타낸 도면.

도 4는 본 발명에 따른 전기자동차에서 DC 링크 커패시터의 고장 여부 판별을 도시한 도면.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 전기자동차에 관한 것으로, 더 상세하게는 DC 링크 커패시터(DC Link Capacitor)의 손상 여부를 판단하여 배터리 및 인버터를 보호하도록 하는 전기자동차의 디씨 링크 커패시터 고장 판정방법에 관한 것이다.

전기자동차에 적용되고 있는 동력 전달 시스템은 배터리와 인버터 사이에 DC 링크 커패시터를 적용하여 인버터측에 공급되는 전압의 평활하여 안정화를 유지하고, 전류 리플을 저감시키고 있다.

상기 DC 링크 커패시터는 2개 또는 그 이상의 개수로 하는 전해 커패시터가 직병렬로 연결된다.

그리고, 배터리를 보호하기 위하여 BMS(Battery Management System)는 배터리의 전압 및 전류를 모니터링하여 배터리의 제한적인 상태를 관리하고, MCU(Motor Control Unit)는 인버터에 공급되는 전압을 모니터링 하여 모터의 안정된 구동을 위한 PWM(Pulse Width Modulation) 듀티를 제어한다.

상기한 DC 링크 커패시터에 과전류 또는 과전압이 공급되는 경우 DC 링크 커패시터의 손상이 발생되는데, 이 DC 링크 커패시터가 손상된 상태를 인지하지 못하고 운전을 지속하는 경우 스위칭 소자나 다른 커패시터에 악영향을 미치게 되며, 이에 따라 다른 소자들까지 손상이 확대되는 문제점이 발생한다.

그러나, 현재의 전기자동차에는 DC 링크 커패시터의 손상 여부를 자동으로 판정하는 수단이 제공되고 있지 않는 실정이다.

따라서, DC 링크 커패시터의 손상을 판별하기 위해서는 육안에 의한 식별이나 실험에 의한 판별에 의존하고 있는 실정이다.

육안에 의한 식별의 경우 전해 커패시터의 경우 과전류 혹은 과전압의 인가에 의해 손상이 발생되면 커패시터 내부의 전해액이 증발하므로, 케이스에 홀이 생기거나 심할 경우 케이스의 위면 전체가 열리거나 탄화된 흔적이 발생하는 현상이 생기므로, 이의 식별을 통해 커패시터의 손상 여부를 판정한다.

또한, 실험에 의한 판별은 DC 링크 커패시터는 주된 역할이 DC 전류를 평활하므로 손상되었을 경우 전류 파형에 심한 리플이 발생하므로 계측기를 이용한 파형의 측정으로 커패시터의 손상 여부를 판정하고 있다.

상기한 바와 같은 DC 링크 커패시터의 판정방법에서 육안에 의한 방법은 커패시터의 손상을 쉽게 식별할 수 없는 문제점과 이를 위해서는 해당 부분을 보호하고 있는 케이스를 탈거한 다음 실행하여야 하므로 식별에 번거로움이 발생되고, 전문가에 의존하여야 하는 제한성이 발생된다.

또한, 계측기를 이용한 파형의 측정 역시 제한적인 장소에서 이루어져야 하며, 이 역시 전문가에 의존하여야 하는 제한성이 발생한다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 발명한 것으로, 그 목적은 DC 링크 커패시터의 손상이 발생하는 경우 이를 자동으로 진단하여 안전 모드로 운행되도록 하며, 이에 따른 신속한 수리 복구가 이루어질 수 있도록 한 것이다.

### 발명의 구성 및 작용

상기와 같은 목적을 실현하기 위한 본 발명은 DC 링크 커패시터에 인가되는 전류값을 계산하는 과정과; 비동기 태스크 루틴을 진입하여 DC 링크 커패시터에 충전되는 전류의 시간에 따른 전압 변화율을 계산하여 커패시턴스를 계산하는 과정과; 상기 커패시턴스가 설정된 상한 제한값과 하한 제한값의 범위에 포함되는지를 판단하는 과정과; 계산된 DC 링크 커패시턴스가 설정된 상한 제한값과 하한 제한값의 범위에 포함되지 않는 경우 설정된 지연시간 동안 일정회수 이상인지를 판단하는 과정과; 상기에서 설정된 지연시간 동안 일정회수 이상으로 검출되면 DC 링크 커패시터의 손상으로 판정하여 진단 코드를 출력 저장하고 안전모드를 진행하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 DC 링크 커패시터 고장 판정방법을 제공한다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 일 실시예를 상세하게 설명하면 다음과 같다.

도 1에서 알 수 있는 바와 같이 전기자동차의 동력 전달 시스템은 동력원인 배터리(10)와, 구동원인 모터(20), 상기 모터(20)의 구동 속도 및 토크를 제어하기 위하여 도시되지 않는 MCU로부터 인가되는 PWM 듀티에 따라 IGBT 스위칭 소자의 스위칭으로 배터리(10)의 DC 전압을 3상 교류 전압으로 변환시켜 각 상전압으로 공급하는 인버터(20) 및, 상기 배터리(10)와 인버터(30)의 사이에 직병렬로 2개 혹은 그 이상의 개수로 접속되어 배터리(10)의 전압을 평활시켜 리플을 제거하는 DC 링크 커패시터(C1-C4)로 구성된다.

전술한 바와 같은 동력 전달 시스템으로 구성되는 전기자동차에서 DC 링크 커패시터의 손상을 진단하는 동작에 대하여 설명하면 다음과 같다.

전기자동차의 시동이 온 되면 도시되지 않은 제어기, 바람직하게는 MCU는 배터리(10)에서 DC 링크 커패시터(C1-C4)에 인가되는 전류값(Icap)를 계산한다(S101).

상기 DC 링크 커패시터(C1-C4)에 인가되는 전류값(Icap)은 배터리(10)에서 출력되는 총 전류(Ibatt)에서 인버터(30)에 인가되는 전류(Idc)를 차한 값으로부터 산출된다.

상기 인버터(30)에 인가되는 전류(Idc)는 수학적 식 1으로부터 추정된다.

$$I_{dc} = \frac{I_{mot}(\text{인버터 출력 전류})}{\eta(\text{인버터 효율})}$$

상기와 같이 DC 링크 커패시터(C1-C4)에 인가되는 전류값(Icap)이 계산되어 산출되면 비동기 태스크 루틴으로 진입하여(S102), 도 3과 같이 설정된 주기(Ts)를 가지고 DC 링크 커패시터(C1-C4)에 충전되는 전류의 시간에 따른 전압 변화율을 하기의 수학적 식 2 및 수학적 식 3을 통해 계산한다(S103).

수학적 식 2

$$I_{batt} - I_{dc} = I_{cape} = C_n \frac{dV_{dc}}{dt} : \text{커패시터에 충전되는 전류의 시간에 따른 전압의 변화율.}$$

수학적 식 3

$$C_n \frac{dV_{dc}}{dt} = C_n \frac{V_{dc}(k) - V_{dc}(k-1)}{T_s} : \text{Discrete 시스템에서 한주기}(T_s) \text{ 동안의 전압 변화율.}$$

상기에서 샘플링 주기(Ts)를 작게 하면 Cn의 추정값은 정확성이 높아진다.

상기와 같이 DC 링크 커패시터(C1-C4)에 충전되는 전류의 시간에 따른 전압 변화율이 계산되면 이로부터 DC 링크 커패시터(C1-C4)의 등가 커패시턴스(Cn)를 계산한다(S104).

상기 등가 커패시턴스(Cn)은 하기의 수학적 식 4에 의해 계산된다.

$$C_n = \frac{(I_{batt} - I_{dc})ET_s}{V_{dc}(k) - V_{dc}(k-1)}$$

상기와 같이 DC 링크 커패시터(C1-C4)에 충전되는 전류의 등가 커패시턴스(Cn)가 계산되면 그 값이 커패시터의 정상상태를 기준으로 하여 설정된 상한 제한값과 하한 제한값의 범위에 포함되는지를 판단한다(S105).

상기에서 상기 계산되는 등가 커패시턴스(Cn)값이 상한 제한값과 하한 제한값의 범위에 포함되는 것으로 판단되면 DC 링크 커패시터(C1-C4)의 정상으로 판정하고(S110), 상한 제한값과 하한 제한값의 범위를 벗어나는 것으로 판단되면 벗어나는 횟수를 카운터한다(S106).

이후, 상기 카운터의 횟수가 설정된 기준시간 이내에 설정횟수 이상으로 검출되는지를 판단한다(S107).

상기 카운터 횟수가 기준시간 이내에 설정횟수 이상으로 검출되면 카운터를 초기화한 다음(S108) DC 링크 커패시터(C1-C4)의 손상으로 판정하여 자기진단 코드를 출력 저장함과 동시에 그에 대한 메시지를 출력하고 안전모드로 진입하여 정비사업소까지의 안정 운영을 유지한다(S109).

도 4에서 알 수 있는 바와 같이, 등가 커패시턴스 값(Cn)이 상한 제한값과 하한 제한값의 범위를 벗어나는 카운터 횟수가 설정된 일정시간(T1 혹은 T2)을 초과하여 지속되는 경우 DC 링크 커패시턴스의 손상으로 판정한다.

발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이 본 발명은 전기자동차의 동력 전달 시스템에서 DC 링크 커패시터의 손상 여부를 자기 진단하여 고장진단 코드를 출력함으로써, 고장 판단에 편리성이 제공되며, 이에 따라 배터리 및 인버터를 보호한다.

(57) 청구의 범위

### 청구항 1.

DC 링크 커패시터에 인가되는 전류값을 계산하는 과정과;

비동기 태스크 루틴을 진입하여 DC 링크 커패시터에 충전되는 전류의 시간에 따른 전압 변화율을 계산하여 커패시턴스를 계산하는 과정과;

상기 커패시턴스가 설정된 상한 제한값과 하한 제한값의 범위에 포함되는지를 판단하는 과정과;

계산된 DC 링크 커패시턴스가 설정된 상한 제한값과 하한 제한값의 범위에 포함되지 않는 경우 설정된 지연시간 동안 일정회수 이상인지를 판단하는 과정과;

상기에서 설정된 지연시간 동안 일정회수 이상으로 검출되면 DC 링크 커패시터의 손상으로 판정하여 진단코드를 출력 저장하고 안전모드를 진행하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 DC 링크 커패시터 고장 판정방법.

### 청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 DC 링크 커패시터에 인가되는 전류값는 배터리 출력 전류에서 인버터의 입력 전류를 차 연산하여 산출하는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 DC 링크 커패시터 고장 판정방법.

### 청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 DC 링크 커패시터에 충전되는 전류의 시간에 따른 전압 변화율은 하기의 수학식 5와 같이 계산되는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 DC 링크 커패시터 고장 판정방법.

$$\text{수학식 5} \\ I_{batt} - I_{dc} = I_{cap} = C_n \frac{dV_{dc}}{dt}$$

### 청구항 4.

제1항에 있어서,

상기 DC 링크 커패시터에 충전되는 전류의 시간에 따른 전압 변화율은 비동기 태스크를 적용하여 하기의 수학식 6과 같이 계산되는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 DC 링크 커패시터 고장 판정방법.

$$\text{수학식 6} \\ C_n \frac{dV_{dc}}{dt} = C_n \frac{V_{dc}(k) - V_{dc}(k-1)}{T_s}$$

### 청구항 5.

제1항에 있어서,

상기 DC 링크 커패시터의 커패시턴스는 하기의 수학식 7과 같이 계산되는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 DC 링크 커패시터 고장 판정방법.

$$\text{수학식 7} \\ C_n = \frac{(I_{batt} - I_{dc})ET_s}{V_{dc}(k) - V_{dc}(k-1)}$$

청구항 6.

제2항에 있어서,

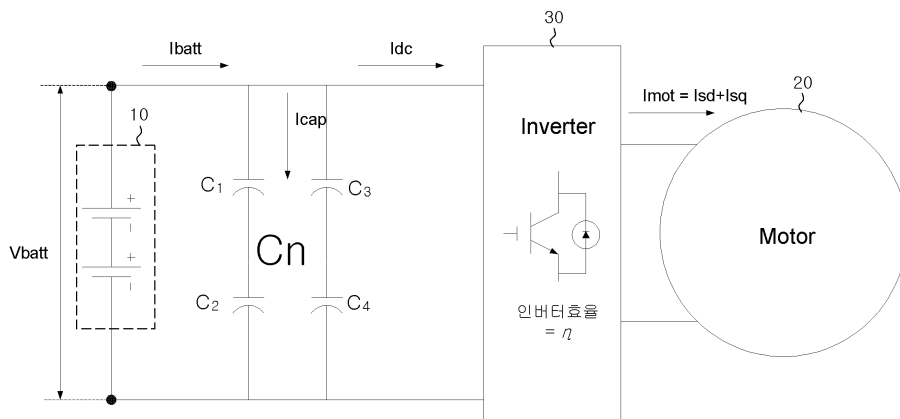
상기 인버터의 입력전류는 인버터의 효율이 적용되며, 하기의 수학적 식 8과 같이 계산되는 것을 특징으로 하는 전기자동차의 DC 링크 커패시터 고장 판정방법.

수학적 식 8

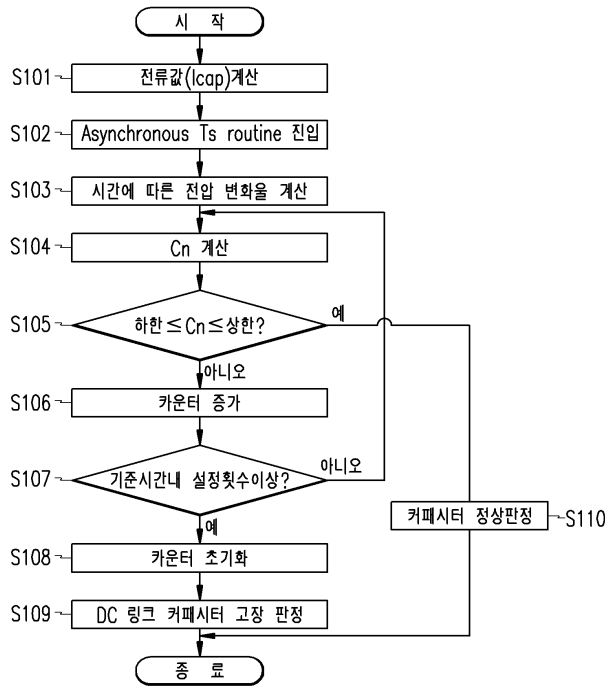
$$I_{dc}(\text{인버터 입력전류}) = \frac{I_{mot}(\text{인버터 출력전류})}{\eta(\text{인버터 효율})}$$

도면

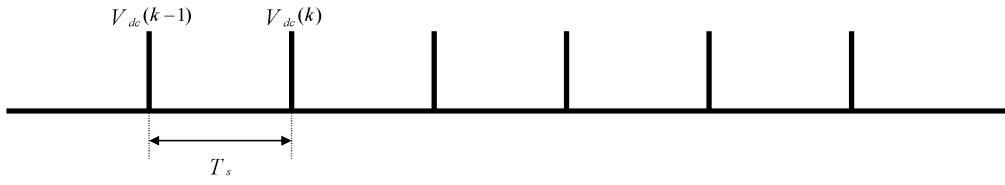
도면1



도면2



도면3



도면4

