

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ G01L 3/10		(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2001년06월01일 10-0292081 2001년03월20일
(21) 출원번호	10-1999-0000763	(65) 공개번호	특2000-0028542
(22) 출원일자	1999년01월14일	(43) 공개일자	2000년05월25일
(30) 우선권주장	1998-292765 1998년10월01일	일본(JP)	
(73) 특허권자	닛본 세이고 가부시끼가이샤 세끼야 데 오		
(72) 발명자	일본 도쿄도 시나가와구 오사끼 1쵸메 6-3 사토코우이치		
(74) 대리인	일본국군마마에바시시토리바마치닛본세이고가부시끼가이샤나이 오니즈카토시유키 일본국군마마에바시시토리바마치닛본세이고가부시끼가이샤나이 치카라이시카즈오 일본국군마마에바시시토리바마치닛본세이고가부시끼가이샤나이 서대석, 김창선		

심사관 : 손재만

(54) 토크센서

요약

본 발명에 따른 토크센서는 조절기구 등을 사용하여 복잡한 중립조절을 행하는 과정이 필요하지 않으므로 비용절감 및 발열량감소를 도모할 수 있고, 또한 신뢰성을 제고하는 동시에 일시스템 검출회로를 실현할 수 있다. 토크센서의 제어연산부는 토크 및 샘플홀드시간을 검출하는 코일의 동작시간을 변화시키고, 저장부는 토크센서의 각소자에 대한 초기값을 저장한다. 코일의 과도전압 샘플링을 기초로 토크를 검출하고, 토크검출이 이루어지지 않을때 저장부의 초기값을 비교하여 각 소자의 고장을 검출한다. 코일과 전기 저항이 상호 접속되는 부분에서 발생하는 과도전압에 따라서 토크를 검출하는 또다른 형태의 토크센서에 따르면 코일쌍의 단락이상상태를 검출할 수 있다. 토크가 검출되지 않는 시간에 사각파제어전압 중 하나만이 트랜지스터에 인가된다. 제어전압의 하강과 동기하여 출력전압은 A/D변환되어 판독된다. 출력전압이 전원전압과 같은가의 여부에 따라서 코일 간의 단락이 검출된다.

대표도

도1

색인어

토크, 샘플홀드, 제어연산부, 초기값, 과도전압, 샘플링

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1 - 본 발명에 따른 토크센서가 적용된 전동파워스티어링장치의 구조를 나타내는 단면도.
- 도 2 - 원통형부재 부근의 일부를 나타내는 사시도.
- 도 3 - 원통형부재 및 출력샤프트를 나타내는 도 1의 A-A선 단면도.
- 도 4 - 원통형부재 및 출력샤프트를 나타내는 도 1의 B-B선 단면도.
- 도 5 - 본 발명의 일실예에 따른 모터제어회로를 나타내는 회로도.
- 도 6 - 사각파를 이용할때의 동작을 나타내는 그래프.
- 도 7 - 본 발명에 따른 동작을 나타내는 타이밍차트.
- 도 8 - 보통상태에서 동작하는 예를 나타내는 타이밍차트.
- 도 9 - 고장이 검출된 후 작동하는 예를 나타내는 타이밍차트.
- 도 10 - 본 발명에 따른 동작의 파형을 나타내는 그래프.
- 도 11 - 본 발명의 다른 실시예에 따른 모터제어회로의 회로도.

- 도 12 - 도 11에서의 제어기로부터 각 코일에 인가되는 전압의 파형을 나타내는 그래프.
- 도 13 - 도 11의 실시예에 따른 모터제어회로에서 각 전압을 나타내는 그래프.
- 도 14 - 이상검출처리의 실행시기의 파형을 나타내는 그래프.
- 도 15 - 전동파워스티어링장치의 정상시의 구조를 나타내는 도면.
- 도 16 - 전동파워스티어링장치의 제어부의 예를 나타내는 블록도.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 차량의 스티어링 휠의 회전 샤프트에서 발생하는 스티어링 토크를 비접촉으로 검출하는 토크 센서에 관한 것이다. 보다 구체적으로 본 발명은 발생 스티어링 토크에 따라 변화하는 가변 임피던스를 갖는 형태의 토크센서로서, 중립상태에서 치수오차, 조립오차, 전기소자의 출력오차에 따른 전압 편차를 용이하게 교정할 수 있고, 소자의 파손을 검출하기 위해 검출 중에는 다른 모드로 동작할 수 있는 토크센서에 관한 것이다. 또, 본 발명은 브릿지 회로를 포함한 토크센서에 관한 것으로서, 이 브릿지회로는 발생된 토크에 따라서 반대방향으로 변화하는 가변임피던스가 포함된 한쌍의 코일과 한쌍의 전기저항을 가지고, 브릿지회로와 전기저항 사이의 접속부에서 발생한 과도전압에 따라서 토크를 검출하여 코일 쌍의 단락회로의 이상유무를 검출하는 구조로 되어있다.

본 출원은 일본특허출원 제1997-190121호 및 제1998-292765호를 기초출원으로하며, 여기 참조로 제시한다.

차량용 스티어링장치를 보조하는 전동스티어링장치는 모터의 회전력을 이용한다. 보조용으로서의 모터의 회전력은 감속기어를 통해 스티어링 샤프트에 전달되거나 기어 또는 벨트를 포함하는 전달기구에 의해 스티어링 샤프트 또는 랙 샤프트에 전달된다. 유용한 전동스티어링장치의 구조에 대하여 도 15를 참조하여 설명한다. 스티어링 휠(1)의 샤프트(2)는 감속기어(3A), 유니버샬 조인트(4a)(4b), 피니언랙기구(5)를 통해 조향될 휠의 타이로드(6)에 접속된다. 클러치(21) 및 감속기어(3a)를 통해 샤프트(2)에는 스티어링 휠(1)의 조타력을 보강하는 모터(20)가 접속되고, 전동스티어링장치를 제어하는 제어부(200)에는 점화키(11)를 통해 배터리(14)로부터 전력이 공급된다. 제어부(200)는 토크센서(100)에 의해 검출된 스티어링토크 T 및 차량속도센서(12)에 의해 검출된 차량속도V에 따라서 보강지시를 위한 보조스티어링 지시값I를 연산한다. 연산된 보조스티어링 지시값I에 따라서 제어부(200)는 모터(20)에 공급될 전류를 제어한다. 클러치(21)는 턴온 또는 턴오프 되도록 제어부(200)에 의해 제어된다. 통상의 동작상태에서 클러치(21)는 턴온(접속)된다. 제어부(200)가 스티어링장치의 고장을 검출하거나 배터리(14)로부터의 전력공급이 점화키(11)에 의해 차단되면 클러치(21)는 턴오프된다(절단된다).

제어부(200)는 CPU를 포함하며, CPU에서 수행될 프로그램의 일반적 기능이 도 16에 나타나 있다. 토크센서(100)에 의해 검출 및 입력된 스티어링토크T는 위상보상기(201)에 공급되며, 스티어링토크 T의 위상은 스티어링 시스템의 안정도를 개선하도록 보상된다. 이와같이 보상된 위상을 갖는 조타토크TA는 조타지시값 연산기(202)에 공급되고, 차량속도센서(12)에 의해 검출된 차량속도V도 조타지시값 연산기(202)에 공급된다. 공급된 조타토크TA 및 차량속도V에 따라서, 조타지시값연산기(202)는 모터(20)에 공급되는 전류의 목표제어값이 되는 조타지시값I를 판정한다. 조타지시값연산기(202)에는 메모리(203)가 배치된다. 메모리(203)에는 조타토크에 대응하는 조타지시값I이 저장되고, 차량속도V는 조타지시값연산기(202)의 조타지시값I을 연산하기위한 파라미터로서 사용된다. 조타지시값I은 응답속도를 높이기위해 정방향시스템의 감산기(200A) 및 미분보상기(204)로 공급된다. 감산기(200A)의 편차(1-i)는 비례보상기(205)에 공급되고, 얻어진 비례출력은 가산기(200B) 및 적분기(206)로 보내져 피드백 시스템의 특성을 개선하게 된다. 미분보상기(204) 및 적분기(206)의 출력은 가산기(200B)로 보내져 상호 가산된다. 가산기(200B)에 의해 가산된 결과값인 전류제어값E은 모터회전신호로서 모터회전회로(207)로 공급된다. 모터전류값i은 모터전류검출회로(208)로 검출되어 모터전류값i이 감산기(200A)로 피드백된다.

상기 파워스티어링장치의 토크센서(100)는 예를들어 일본국특허공개 1998-45528호에 개시된 토크센서를 이용할 수 있다. 이 토크센서에는 2개의 원통체가 동축으로 끼워져 샤프트에서 발생된 토크에 따라 상대적으로 회전하며, 여기서 내측원통체의 외측원통표면에는 축방향으로 긴홈 및 치열이 교대로 배치되고, 외측원통체에는 절결부가 형성되어 원통체들 간의 상대회전에 따라서 중첩량이 변화한다. 2개의 원통체의 상대위치의 변화에 따라서 홈 및 절결부의 중첩량이 상대적으로 변화할때 코일의 임피던스가 변화하므로 샤프트에 발생된 토크는 코일의 임피던스를 측정함으로써 확실히 검출될 수 있다.

코일 임피던스의 변화에 반응하여 샤프트에 발생된 토크를 상기 토크센서가 확실히 검출할 수는 있지만 코일이 고주파교류에 의해 구동되므로 고정밀 토크센서를 위해 정밀 사인파 교류의 발진을 위한 발진기가 필요하다. 그 결과 고정밀의 전자부품이 다수 필요하게되어 비용이 상승하게된다. 또, 사인파교류에 의해 구동될때 오프셋전압이 인가되어 전류의 실질방향을 단일화하므로(단방향 전원구동), 다량의 전류소비 및 다량의 열발생을 야기하는 비경제적인 구조가 필요하게된다. 그리고 코일임피던스는 급격히 변화하지 않으므로 만족할만한 센서감도를 실현시킬 수 없다.

입력토크를 0으로 할때 샤프트와 같은 센서소자의 조립오차, 신호처리시스템에서의 전자부품의 공차로 인하여 토크센서는 제어기용 소정 중립전압에 대해 출력편차를 감지하게된다. 따라서, 출력전압을 항상 조절해야하며, 이 전압의 조절작업은 토크센서의 위치를 조절하여 행하게되므로 복잡한 작업을 요하게된다. 또, 조절정밀도는 고정방법의 신뢰도에 의존하므로 고정소자의 이동은 자체조타(원하지 않게 스스로 운전대가 조절되는 것)를 야기할 수 있다. 또, 제어기용 소정전압을 판정하는 A/D기준전압은 공차를 가지고 있다. 따라서 토크센서용 중립전압이 소정레벨로 정밀하게 설정되어 있더라도 오차로서 소정레벨로부터

중립전압의 변위를 인식하게된다. 예를들어 일본특허공개 제1989-173843호에 개시된 자기왜곡센서는 2개의 코일 간의 평형을 유지하는 메모리를 가지고 있어 중립레벨로부터의 초기편차를 보정할 수 있다. 그러나, 상기 센서는 비정상상태를 검출할 수는 없다. 토크센서의 신뢰성을 높이기위해 다수의 센서가 배치되어 항상 검출값들을 비교함으로써 차이값의 변화에 따라 비정상상태를 검출하거나 오동작을 방지하는 작용을 한다. 그러나, 다수의 센서를 사용할 경우 비용이 높고 복잡한 검출시스템을 요하게된다.

또, 본 명세서에서 또다른 종래예를 위한 참고자료로 제시하는 미국특허 제5, 811, 695호에 있어서는 개시된 토크센서가 한쌍의 코일 및 한쌍의 전기저항에 의해 브릿지회로가 구성되어있다. 그리고, 쌍을 이루는 코일들 간의 접속부는 코일작동회로를 통해 전원에 접속된다. 코일작동회로가 포함하고 있는 트랜지스터는 코일쌍에 공통인 스위칭소자이다. 사각파로 변화하는 제어전압은 트랜지스터의 게이트에 인가된다. 코일과 전기저항이 상호 접속되는 부분에 나타나는 출력전압(과도전압)은 차동증폭기에 의해 검출되며, 이 차동증폭기에 의해 생성된 출력에 따라 토크가 검출된다.

상기 종래 기술에 있어서 설치되는 이상감시부는 브릿지회로의 출력전압들 중 하나를 기초로 이상상태를 검출한다. 브릿지회로의 출력전압들 중 하나의 순시레벨이 적절한 범위를 만족시키기가 여부에 따라 이상감시부는 차동증폭기의 중립전압을 조절한다. 따라서, 이상감시부는 차동증폭기의 출력전압을 제어한다. 그 결과, 차동증폭기의 출력전압이 인가되는 제어기는 단락회로의 이상상태 또는 양쪽 코일의 차단 검출할 수 있다. 제어기는 단락회로의 이상상태 또는 코일들의 차단을 검출하는 구조를 갖는다. 코일 및 접지가 상호 접속되는 현상을 코일의 단락회로라 한다.

상기 토크센서는 차량용 전동파워스티어링장치에 인가된다. 상기 타입의 이상상태가 검출되면 제어기는 보조스티어링토크를 발생시키는 제어동작을 정지한다. 따라서, 바람직하지않은 보조스티어링토크의 발생을 방지하게된다.

상기 토크센서가 단락회로의 이상, 코일 양쪽 또는 한쪽의 차단, 단락회로의 이상 또는 코일 어느 한쪽의 차단을 검출하는 것은 확실하다.

본 발명자들은 에너지검사를 통해 개시된 토크센서가 어떤 종류의 이상을 검출할 수 없다는 것을 발견하였다. 검출될 수 없는 이상상태는 코일이 상호 단락될 경우이다. 코일이 상호 단락되더라도 브릿지회로의 출력전압은 접지전압 또는 전원전압으로 고정되지 않는다. 또, 브릿지회로의 2출력 간의 차이가 크지 않다. 따라서 상기 종래기술로는 코일의 상호 단락상태를 검출할 수 없다.

제어기가 상기 이상상태를 검출할 수 없으면 차량용 전동스티어링장치에 토크센서가 인가된 경우 이상이 발생하여도 완전수동조타상태로 모드를 전환하기위해 보조조타(즉 보조 스티어링)토크를 발생하기위한 전기모터와 스티어링 시스템 간의 접속을 행하는 클러치를 해제할 수 없다. 더욱이 이상상태의 발생을 경보 표시 등으로 운전자에게 전달할 수 없다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이상과 같은 문제점을 기초로하여, 본 발명의 목적은 위치조정기구를 통한 복잡한 중립조절을 할 필요가 없고, 비용 및 열발생을 줄일 수 있으면서 큰공간을 요하지 않으며, 또한 신뢰성이 높은 동시에 단일 시스템의 검출회로로 구성될 수 있는 토크센서를 제공하는 것이다.

본 발명의 또다른 목적은 코일쌍이 단락회로가 되는 이상상태도 검출할 수 있는 토크센서를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

이상과 같은 목적을 달성하기위해 본 발명에 따른 토크센서는 토크를 검출하기위해 코일의 동작시기 및 샘플홀드시기를 변화시키는 제어연산부와, 상기 토크센서의 각 소자의 초기값을 저장하는 저장부와, 코일의 과도전압의 샘플링에 기초하여 토크를 검출하는 토크검출부와, 토크검출을 행하지 않는 동안에 상기 토크센서의 각 소자의 전류값과 상기 저장부의 초기값을 비교하여 상기 토크센서의 각 소자의 고장을 검출하는 수단을 구비한다.

본 발명의 또다른 형태의 토크센서로서, 스티어링휠의 스티어링토크를 검출하고, 모터와 함께 스티어링 휠이 일체로 배치된 스티어링샤프트의 회전을 보조하는 전동파워스티어링장치에 사용되며, 코일의 과도전압의 샘플링에 기초하여 스티어링토크를 검출하는 토크검출부와, 코일동작시기 및 샘플홀드시기를 변화시키는 제어연산부와, 상기 토크센서의 각 소자의 초기값을 저장하는 저장부와, 토크 검출을 행하지 않는 동안 상기 저장부의 초기값과 상기 토크센서의 각 소자의 전류값을 비교하여 상기 토크센서의 각 소자의 고장을 검출하는 수단을 구비한다. 특히 샘플홀드 이후 코일동작 없이 A/D변환으로 얻은 A/D값에 따라서, 각 소자의 고장을 검출할 수 있다. 또 다른 형태로서 중립전압이 스위치된후 A/D값에 따라서, 상기 토크센서의 각 소자의 고장을 검출할 수도 있다.

본 발명에 따른 토크센서는 동축상에 배치된 제1회전샤프트 및 제2회전샤프트가 토션바를 통해 상호 접속되는 구조로서, 도체 및 비자성물질로된 원통형부재가 회전방향으로 제2회전샤프트에 일체로 되어 제1회전샤프트의 외측면을 덮고, 최소한 원통형부재로 덮힌 제1회전샤프트의 일부분이 자성물질로되며, 축방향으로 뺀 홈이 덮힌부분에 배치되고, 원통형부재에는 윈도우가 배치되어 홈을 중첩하는 상태가 제1회전샤프트와 함께 상대회전위치에 따라 변화하며, 윈도우가 형성된 원통형부재 일부를 코일이 둘러싸고, 코일과 직렬로 전기저항이 배치되어 사각파로 각각 변화하는 전압이 코일에 인가될때 코일과 전기저항 간에 발생하는 과도전압에 따라서 제1회전샤프트와 제2회전샤프트 사이에 발생하는 토크가 검출된다. 비자성물질은 상자성물질 또는 부분반자성물질이다. 자성물질은 강자성체이며, 비자성물질의 자기투자율은 공기의 투자율과 유사하다. 상기 자기투자율은 자성물질의 투자율 보다 낮다. 과도전압은 사각파로 변화하는 전압을 공급함에 따라 변화하는 최종전압이다. 본 발명은 사각파전압으로 코일이 작동되는 구조를 가지고 있다. 따라서, 사각파전압의 공급간격이 제어기부분의 샘플링클럭과 동기하며, 제어기부분에 토크센서의 출력이 생성된다. 그러므로 각 코일에 흐르는 전류의 흐름시간이 상당히 짧아져 전류소비가 감소되고, 열

발생도 줄일 수 있다. 사각파는 사인파에 비해 작은 개수의 전자부품만으로도 쉽고도 용이하게 생성이 가능하다.

또, 본 발명은 고정상태와 과도상태를 이용하여 각 코일을 작동시키는 구조이다. 코일동작시기 및 샘플홀드시기가 변화한다. 토크신호가 검출될 때와는 다른 동작이 이루어진다. 저장부에 저장된 조립초기값과의 비교를 통해 각 소자의 고장을 검출한다. 또, 각 소자가 작동되는 시기를 조합하여 모든 회로부분을 확인한다. 따라서, 단일 시스템회로의 구조를 실현할 수 있다.

본 발명에 따른 또다른 형태의 토크센서로서는 토크에 따라서, 반대방향으로 임피던스가 변화하는 한쌍의 코일과, 상기 각 코일에 직렬로 접속되고, 이 코일과의 접속부분에서 발생하는 과도전압에 따라서 토크를 검출하는 한쌍의 전기저항과, 과도전압을 발생할 수 있으며, 상기 한쌍의 코일 각각에 배치된 스위칭수단을 구비하고, 상기 스위칭수단 중 하나는 토크가 검출되지 않는 시기에 작동하여 상기 코일쌍의 고장을 검출한다.

상기 토크센서는 동축상으로 배치된 제1회전샤프트와 제2회전샤프트가 토션바를 통해 상호 접속되며, 도체 및 비자성물질로 된 원통형부재가 회전방향으로 제2회전샤프트와 일체로 되어 제1회전샤프트의 외측면을 덮고, 최소한 이와같이 덮힌부분이 자성물질로 되어 있으며, 축방향으로 뺀 홈이 덮힌 부분에 배치되고, 윈도우의 2개의 라인이 원통형부재에 배치되어 홈을 중첩하는 상태가 제1회전샤프트에 대해 상대적으로 회전위치에 따라서 변화하며, 원통형부재 중 윈도우가 형성된 부분을 한쌍의 코일이 둘러싸고, 이 코일쌍과 한쌍의 전기저항이 상호 개별적으로 직렬접속되고, 스위칭소자가 각 코일에 배치되어 스위칭소자가 사각파전압으로 작동될 때 코일과 전기저항 사이에 발생된 과도전압에 따라서 제1회전샤프트와 제2회전샤프트에 발생된 토크가 검출된다.

비자성물질은 상자성물질 또는 반자성물질이다. 자기물질은 강자성물질이다. 비자성물질의 자기투자율은 공기의 것과 유사하다. 이 자기투자율은 자성물질의 것 보다 낮다. 과도전압은 사각파로 변화하는 전압공급에 의해 변화한다. 코일이 사각파전압으로 작동되므로 사각파전압의 공급간격을 토크센서의 출력이 생성되는 제어기부분의 샘플클럭과 동기시킬 수 있다. 따라서, 각 코일에 흐르는 전류 기간을 상당히 줄이는 동시에 전류소모를 크게 줄일 수 있다. 사각파는 사인파에 비해서 작은 개수의 전기부품으로도 정밀하고 용이하게 생성될 수 있다. 코일과 전기저항 간에 발생하는 과도전압을 유지하기 위한 샘플홀드회로가 배치되면 과도전압이 짧은 시간에 나타나더라도 토크가 검출될 수 있다.

토크센서가 검출되지 않는 시간(즉 토크센서의 특수 구조에 2개의 스위칭소자가 사각파전압으로 작동되는 순간 사이의 시간)에 스위칭소자 중 하나가 작동되도록 코일쌍을 검출하는 특수구성을 행할 수도 있다. 여러 다른 스위칭수단의 대응 코일과 전기저항 간에 발생하는 출력전압에 따라서, 코일쌍 간의 단락회로가 검출될 수 있다. 즉, 스위칭수단 중 하나가 코일쌍이 단락되는 상태에서 작동하면 코일과 전기저항 간의 전압이 전원전압이 되어야 하는데 그 이유는 다른 스위칭수단과 대응하는 코일을 통해 전류가 통과하지 못하기 때문이다. 코일쌍이 단락된 상태에서 스위칭수단 중 하나가 작동하면 다른 스위칭수단에 대응하는 코일을 통해서도 전류가 흐른다. 그 결과, 코일과 전기저항 간의 전압이 전원전압 보다 낮아지게 된다.

본 발명의 특징 및 이점은 첨부도면과 함께 설명하는 다음의 실시예를 통해 더욱 명백해질 것이다.

다음에 첨부도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대하여 상세히 설명한다.

도 1 및 도 3은 본 발명에 따른 토크센서(100)가 차량용 전동파워스티어링장치에 인가되는 구조의 예를 나타낸다. 도 1은 전체 전동파워스티어링장치의 단면구조를 나타낸다. 도면에 따르면 하우징(101)은 토션바(102)를 통해 상호 접속되는 입력샤프트(2)(도 15 참조) 및 출력샤프트(3)(도 15에 나타난 감속기어(3A)에 대응함)를 수용한다. 입력샤프트(2)는 베어링(103a)(103b)에 의해 회전가능하게 지지된다. 입력샤프트(2), 출력샤프트(3) 및 토션바(102)는 동축으로 배치된다. 입력샤프트(2) 및 토션바(102)는 슬리브(2A)를 통해 상호 접속되며, 이 슬리브(2A)에는 입력샤프트(2)의 단부 및 토션바(102)의 단부가 스플라인 결합된다. 토션바(102)의 타단은 출력샤프트(3)의 내측으로 스플라인 접속된다. 입력샤프트(2) 및 출력샤프트(3) 각각은 철과 같은 자성물질로 제조된다. 스티어링휠(1)(도 15 참조)은 입력샤프트(2)의 우측단에 회전가능하게 일체로 접속된다. 출력샤프트(3)의 좌측단은 감속기어(3), 유니버살 조인트(4a)(4b) 및 피니언 랙 기구(5)(도 11 참조)를 통해 타이로드(6)에 접속된다. 따라서, 운전자가 스티어링 휠(1)을 조정할 때 발생하는 조타력은 입력샤프트(2), 토션바(102), 출력샤프트(3) 및 스티어링장치를 통과하여 조정될 차륜에 전달된다.

입력샤프트(2)의 단부에는 슬리브(2A)가 고정되고, 이 슬리브(2A)의 길이는 출력샤프트(3)의 단부 외측면이 덮히는 정도의 크기이다. 슬리브(2A)의 일부 내부면에는 축방향으로 길게 다수의 돌기(2a)가 형성된다. 돌기(2a)의 반대측 외측샤프트(3) 외측면에는 축방향으로 길게 다수(돌기(2a)와 같은 개수)의 홈(3a)이 형성된다. 돌기(2a) 및 홈(3B)은 둘레방향으로 상호 느슨하게 결합된다. 따라서, 입력샤프트(2)와 출력샤프트(3) 사이의 소정의 범위에서(예를들면 약 $\pm 5^\circ$) 상대회전을 억제할 수 있다. 출력샤프트(3)와 동축으로 또한 일체로 회전하는 웜휠(103)은 외측에서 출력샤프트(3)로 끼워진다. 웜휠(103)의 수지결합부와 모터(20)의 출력샤프트(20a) 외측표면에 형성되는 웜(20b)은 상호 계합된다. 따라서, 모터(20)의 회전력이 출력샤프트(20a), 웜(20b) 및 웜휠(103)을 통해 출력샤프트(20a)로 전달된다. 모터(20)의 회전력이 임의로 전환될 때 보조조타토크가 출력샤프트(3)에 전달된다.

얇은벽을 갖는 원통형부재(104)는 회전방향으로 슬리브(2A)와 일체로 고정되어 원통형부재(104)가 출력샤프트(3)의 외측면 부근에 위치하도록 하고, 출력샤프트(3)는 덮히고 슬리브(2A)는 입력샤프트(2)와 일체로 형성된다. 즉, 원통형부재(104)는 도체 및 비자성물질(예를들면 알루미늄)로 제조된다. 도 2에 나타난 바와같이 출력샤프트(3)를 덮는 동시에 슬리브(2A) 부근에 위치하는 원통형부재(104)는 다수의 직각형 윈도우(104a)를 가지며, 이 윈도우들은 원주방향으로 일정간격 상호 떨어져 배치된다. 슬리브(2A)로부터 떨어진 원통형부재(104)의 일부는 다수의 직각형(윈도우(104a)와 같은 형상) 윈도우(104b)를 가지며, 이 윈도우(104b)들도 동일간격으로 떨어져 배치되고, 또, 윈도우(104b)의 위상은 다른 윈도우(104a)의 위상으로부터 180도 변위되어 있다. 축방향으로 뺀 다수의 홈(3B)은 그 각각이 실질적으로 단면 직각으로 되어

있으며, 원통형부재(104)로 덮히는 출력샤프트(3)의 일부로 형성된다.

도 3 및 도 4에 나타난 바와같이, 원통형부재(104)의 외부면을 원주방향으로 N부분(이 실시예에서 N=9) 분할하여 얻은 각도가 1주기 각도 θ ($=360/N$, 본 실시예의 경우 $\theta=40$)라 가정한다. 슬리브(2A) 부근의 원통형부재(104) 부분에 있어서, 어느 일주기각도 θ 의 종단으로부터 시작되는 일정 영역이 원도우(104a)에 형성된다. b도($\theta-a$)의 나머지각도에 대응하는 부분이 폐쇄된다. 또, 원도우(104b)의 위상은 반주기($\theta/2$)로 원도우의 위상으로부터 변위된다. 슬리브(2A)로부터 떨어진 원통형부재(104)에 있어서 어느 일주기 각도 θ 의 종단으로부터 시작되는 영역이 원도우(104b)에 형성된다. b도($=\theta-a$)의 나머지각도에 대응하는 부분은 폐쇄된다. 또, 둘레방향을 기준으로 홈(3B)들 사이에 위치하는 각 돌기(3B)의 폭은 c도이다. 또, 둘레방향을 기준으로 홈(3B)의 폭은 d도이다. 원통형부재(104) 및 출력샤프트(3)가 (입력샤프트(2)와 출력샤프트(3) 사이에서) 상대회전할 수 있는 범위는 e도이다. 토션바(102)가 비틀리지 않을때(스티어링토크가 0일때) 예를들어 c가 20도 일때 원주방향으로 원도우(104a)의 폭 중심부와 원주방향으로 홈(3B)의 단부(돌기(3C)의 에지)는 도 3에 나타난 바와같이 중첩된다. 도 4에 나타난 바와같이 원주방향으로 원도우(104a)의 폭 중심부와 원주방향으로 홈(3B)의 단부(돌기(3C)의 에지)는 상호 중첩된다. 따라서, 원도우(104a)와 홈(3B) 사이의 중첩상태, 그리고 원도우(4b)와 홈(3B)의 중첩상태가 원주방향으로 상호 대향한다. 원도우(104a)(104b)의 중심부와 원주방향으로 홈(3B)의 폭 중심부는 $\theta/4$ 만큼 상호 이동한다. 본 실시예는 $b>a$, $d>c$, $e < \theta/4$ 의 구조를 갖는다.

원통형부재(104)는 요크(112)로 둘러싸이고, 이 요크 둘레에 코일(110),(111)이 감기며, 이 코일들은 같은 사양을 갖는다. 즉, 코일(110)(111)은 원통형부재(104)와 동축으로 배치된다. 코일(110)은 요크(112)에 감기고, 원도우(104a)가 형성된 부분이 둘러싸이게 된다. 또, 코일(111)은 요크(112)에 감기고, 원도우(104b)가 감기는 부분이 둘러싸이게 된다. 요크(112)는 하우징(101)에 고정된다. 원휠(103)이 배치되는 하우징(101) 공간, 요크(112)가 배치되는 공간은 오일 밀봉부(113)에 의해 상호 격리된다. 따라서, 원휠(103)과 원(20b) 사이의 결합부에 공급되는 윤활류는 요크(112)가 포함된 부분에 도입되지 않는다.

코일(110)(111)은 제어부(200)(모터제어회로가 포함됨)에 접속되고, 이 제어부는 센서케이스(114)에 배치된 제어기판에 장착된다. 제어기판(210)의 다수의 단위소자(도시안됨) 위에 제어부(200)를 분배시키는 것도 가능하다. 도 5에 나타난 바와같이, 모터제어회로는 토크검출부(220) 및 연산부(230)를 포함한다. 모터제어회로는 2개의 저항 R_o 를 가지며, 이들 저항은 코일(110),(111)에 직렬로 접속되는 한편 동일한 저항값을 가지고 있다. 코일(110)(111) 및 저항 R_o 은 브릿지회로를 구성한다. 이 브릿지회로에서 코일(110)(111) 간의 접속부는 PNP트랜지스터 T_r 를 포함하는 코일작동부(221)를 통해 접지된다. 저항 R_o 들 간의 접속부는 연산부(230)의 기준전압 V_2 에 접속되며, 여기서 연산부(230)는 MPU, A/D컨버터, D/A컨버터 등을 포함하는 인터페이스회로로 구성된다. 코일(110)(111) 사이의 접속부는 다이오드(222)를 통해 저항 R_o 에 접속되어 코일(110)(111)에서 역기전력이 발생되면 전류를 발생한다. 코일작동부(221)의 트랜지스터 T_r 의 게이트에는 연산부(230)의 출력포트(1)로부터 제어전압 V_1 이 공급된다. 제어전압 V_1 은 도 6의 A에 나타난 바와같이 사각파전압이다. 사각파전압의 출력간격은 샘플링 클럭과 동기된다. 코일작동부(221)의 트랜지스터 T_r 가 PNP트랜지스터이므로 제어전압 V_1 은 마이너스 로직전압으로서 트랜지스터가 턴온될때 '1'에서 '0'으로되고, 트랜지스터 T_r 가 턴오프될때 '0'에서 '1'로된다. 저항 R_o 과 코일(110)(111)을 통해 기준전압 포트로부터 코일작동부(221)로 인가되는 기준전압 V_2 은 도 6B에 나타난 바와같이 일정전압으로서 트랜지스터 T_r 의 ON/OFF작동과 동기한다.

출력전압 V_3 은 코일(110)과 저항 R_o 간의 전압이되는 동시에 브릿지회로의 출력전압 중 하나가되고, 출력전압 V_4 은 코일(111)과 저항 R_o 간의 전압이 되는 동시에 차동증폭기(223)에 인가되는 다른 출력전압이된다. 또, 전압 V_3 , V_4 은 연산부(230)의 A/D용으로서의 단자 A/D3 및 A/D4에 인가된다. 차동증폭기(223)에는 중립전압스위치부(224)로부터의 중립전압 V_r 이 인가된다. 차동증폭기(223)는 다음식(1)으로 표현되는 전압 V_5 를 출력한다.

$$V_5 = G \times (V_3 - V_4) + V_r \quad (1)$$

식중 G는 증폭기계수.

차동증폭기(223)로부터 출력전압 V_5 이 연산부(230)의 단자 A/D2에 인가된다. 또, 출력전압 V_5 은 연산부(230)로부터 공급되는 신호 V_s 를 홀드하는 것에 반응하여 샘플홀드회로(225)에 의해 유지된다. 따라서, 소정의 샘플링에서의 출력전압 V_o 는 연산부(230)의 단자A/D1에 인가된다. 연산부(230)는 샘플홀드회로(225)에 도 7도 A-3 내지 C-3에 나타난 짧은 펄스의 홀드신호 V_s 를 공급하여 홀드신호 V_s 가 제어전압 V_1 의 하강과 동시에 상승하고 소정시간이 경과한 후에 하강한다. 샘플홀드회로(225)는 출력전압 V_o 과 같이 홀드신호 V_s 의 하강시에 전압 V_5 을 유지한다.이후 연산부(230)는 전압 V_o 를 A/D변환한다. 조립직후 중립신호를 저장하는 비휘발성 메모리가 포함된 중립신호저장부(240)가 연산부(230)에 접속된다. 또, 조립후 중립신호저장부(240)에 저장되어야할 기입신호를 저장하는 기입신호통신부(241)(시리얼통신포트 또는 병용입출력포트)가 연산부(230)에 접속된다.

홀드신호 V_s 의 최종 과도시간은 과도상태의 출력전압 V_3 , V_4 가 차동증폭기(223)에 인가되는 주기에 있다. 즉, 각 코일(110)(111)의 인덕턴스와 저항 R_o 에 의해 결정되는 시상수 τ 가 제어전압 V_1 의 최종과도를 경과한 순간이 홀드신호 V_s 용 최종과도시기로 한다. 시상수 τ 가 이용되는 이유는 출력전압 V_3 , V_4 간의 차이가 최대로 커지는 순간에 출력전압 V_5 을 유지하려고 시도하기 때문이다. 따라서, 홀드신호 V_s 가 시상수 τ 까지의 주기동안 변화할때 토크센서의 출력 계인 또한 조절될 수 있다. 중립신호저장부(240)는 배터리와 같은 백업전원을 포함하는 메모리이다.

샘플홀드회로(225)로부터 인가된 전압 V_o 에 따라서 입력샤프트(2)와 원통형부재(104)의 상대회전변위의 방향 및 크기를 연산부(230)가 연산한다. 이후 연산부(230)는 연산결과를 비례상수로 증폭하여 스티어링시스템에서 발생된 스티어링토크를 얻는다. 그리고, 연산부(230)는 모터회전회로(207)를 제어하여 보조토크를 발생하는 작동전류 I 를 연산결과에 따라서 모터(20)에 공급한다. 도 8의 A는 코일을 작동시키는 제어전압 V_1 의 타이밍을 나타내는 것으로서 시간 T_1 은 코일이 작동하지 않는 시간이다. 도 8의 B는 인가된 제어전압 V_1 에 대응하는 코일전압을 나타낸다. 도 8의 C는 샘플홀드회로(225)의 동작을 나타내는 것으로서 홀드시간 T_2 는 CPU가 연산을 행하는 시간 및 모터가 제어되는 시간으로 사용된다. 시간 t_1 에서 센서출력이

A/D변환된다. 연산부(230)에는 차량속도센서(12)로부터의 차량속도V 정보가 공급된다. 차량속도V에 따라 연산부(230)는 차량이 고속으로 주행중인가의 여부를 판정한다. 차량이 고속주행 중일때는 연산부(230)는 보조스티어링 토크를 요하지 않는다는 것을 판정한다. 따라서, 연산부(230)는 모터회전회로(207)의 제어를 금지한다.

본 실시예의 동작을 설명한다.

스티어링 시스템이 직진상태로되어 스티어링토크가 0일때 입력샤프트(2) 및 출력샤프트(3)는 상대적으로 회전하지 않는다. 또, 출력샤프트(3) 및 원통형부재(104)도 상대적 회전을 하지 않는다. 스티어링 휠(1)이 작동할때 입력샤프트(2)에서 회전력이 발생하면 회전력은 토션바(102)를 통해 출력샤프트(3)에 전달된다. 이때 조타될 휠과 부하표면 간의 마찰력에 상당하는 저항과, 스티어링장치의 기어 계합부로부터 야기되는 마찰력이 출력샤프트(3)에 발생된다. 따라서, 토션바(102)를 비틀기 때문에 출력샤프트(3)를 지연시키는 상대회전이 입력샤프트(2)와 출력샤프트(3) 사이에 발생한다. 원휠(103)이 원도우를 가지고 있지 않으면 코일의 교류자장은 코일전류 반대방향으로 와류를 야기하며, 이 와류는 원통형부재(104)의 외측면에 발생하게되는데 그 이유는 원통형부재(104)가 도체로서 비자성물질로 되어있기 때문이다. 와류에서 발생된 자장 및 코일에서 발생된 자장은 중첩될때 원통형부재(104)의 자장을 보상한다.

원도우(104a)(104b)에 원통형부재(104)가 배치될때 원통형부재(104)의 외측면에 발생된 와류는 원도우(104a)의 형성으로인해 원통형부재(104)의 외측면을 따라서 통과할 수 없다. 따라서, 와류는 원도우(104a)(104b)의 단부표면을 따라 통과하여 원통형부재(104)의 내부면으로 도입된다. 이후 와류는 코일전류와 같은 방향으로 원통형부재(104)의 내부표면을 통과하게 된다. 이후 와류는 인근 원도우(104a)(104b)의 단부면을 따라 통과하여 원통형부재(104)의 외측면으로 복귀한다. 따라서 상기와 같이 통과하는 루프가 형성된다. 즉 원주방향으로 와류루프가 주기적($\theta=360/4$)으로 형성되는 상태가 실현된다. 코일전류 및 와류전류에 의해 발생된 자장은 중첩되어 원주방향으로 주기적으로 강약을 나타내는 한편 중심으로 향하면서 감소하는 구배를 갖는다. 원주방향의 자장의 강도는 인근 와류전류에 의해 크게 영향을 받는 원도우(104a)(104b) 중심부에서 강해진다. 한편, 중심부로부터 반주기($\theta/2$)만큼 떨어진 부분에서는 자장이 약화된다. 자성물질로된 샤프트(3)는 원통형부재(104)의 내측에서 동심으로 배치된다. 샤프트(3)에 홀(3B) 및 돌기(3C)가 원도우(104a)(104b)의 간격과 같은 길이로 배치된다. 자장에 배치된 자기부재는 자화되어 자발적인 자화(자속)를 일으킨다. 자발자화의 양은 포화될때까지는 자장의 강도에 비례하여 확대된다.

따라서, 샤프트(3)의 자발자화는 원통형부재(104)에 의해 발생된 자장으로 원통형부재(104)에 대한 상대위상에 따라 확대 또는 감소하면서 원주방향으로 주기적 강약부를 갖는 동시에 방사방향으로 구배를 갖는다.

자발자화가 최대로되는 위상에서 원도우(104a)(104b)의 중심부 및 돌기(3c)의 중심이 상호 일치하는 상태가 된다. 코일의 인덕턴스는 자발자화의 확대/감소에 따라서 확대/감소한다. 변화는 사인파형상으로 발생한다. 토크가 작용하지 않는 상태에서 자발자화(인덕턴스)가 최대로되는 위상으로부터 $1/4$ 주기($\theta/4$)의 변위상태가 실현된다. 슬리브(2A) 부근의 원도우 열의 위상 및 다른 원도우 열의 위상은 상호 $1/2$ 주기($\theta/2$)만큼 상호 변위되어있다.

따라서, 원통형부재(104) 및 샤프트(3)의 위상이 토크로인해 상호 다르다면 2개의 코일(110)(111) 중 하나의 인덕턴스가 확대된다. 한편, 다른 코일의 인덕턴스는 같은 속도로 감소한다. 스티어링시스템이 중립위치이고 스티어링토크가 0일때 코일(110)(111)은 같은 인덕턴스를 갖는다. 그러므로 코일(110)(111) 사이에 임피던스의 차이가 발생한다. 따라서, 코일(110)(111)은 자체 유전체적 기전력을 갖는다. 이러한 상태에서 도 6의 A의 사각파형 전압V1이 연산부(230)로부터 코일동작부(221)로 인가된다. 제어전압V1을 반전시켜 얻은 사각파형 전압V2은 코일(110)(111)에 인가된다. 그 결과 브릿지회로의 출력전압V3, V4가 도 7의 A-1과 같은 과도값을 갖는다. 차이가 0이므로 차동증폭기(223)의 출력전압V5는 도 7의 A-2에 나타난 바와 같이 중립전압Vr로 유지된다. 그러므로 도 7의 A-3의 홀드신호Vs가 전달되어도 샘플홀드회로(225)의 출력전압Vo은 도 7의 A-4에 나타난 바와같이 중립전압Vr로 유지된다. 그 결과 연산부(230)는 스티어링시스템의 스티어링토크가 0인 사실을 검출한다. 따라서, 동작전류I의 출력이 모터회전회로(207)로부터 생성되지 않는다. 그래서 스티어링시스템에 불필요한 보조스티어링토크가 발생하지 않는다.

우향 스티어링토크가 발생할때 코일(110)의 인덕턴스가 우향스티어링토크가 확대되는 것 만큼 확대된다. 한편, 코일(111)의 인덕턴스는 감소한다. 좌향스티어링토크가 확대됨에따라 코일(110)의 인덕턴스가 감소한다. 그리고 코일(111)의 인덕턴스는 확대된다. 각 코일(110)(111)의 인덕턴스가 이와같이 변화하면, 각 코일(110)(111)의 임피던스도 유사하게 변화하고, 역시 각 코일(110)(111)의 자체유전체적 기전력의 출력전압도 유사하게 변화한다. 그러므로 우향스티어링토크가 발생하면 출력전압V3이 도 7의 B-1과 같이 출력전압V4보다 더욱 가파르게 상승한다. 이것은 출력전압 V3, V4이 도 7의 B-2와 같이 과도상태에서 상호 다르게되도록 한다. 발생된 스티어링토크에 비례하여 차이(V5)가 확대된다. 좌향스티어링토크가 발생하면 도 7의 C-1과 같이 출력전압 V4은 출력전압 V3보다 더욱 가파르게 상승한다. 그 결과 출력전압 V3, V4이 도 7의 C-2과 같은 과도상태에서 상호 다르게 된다. 발생된 스티어링 토크에 비례하여 차이(V5)가 더욱 확대된다.

전술한 바와같이, 차동증폭기(223)의 출력V5은 도 7의 B-2 및 C-2에 나타난 바와같이 발생된 스티어링토크의 방향 및 크기에 따라서 중립전압Vr로부터 크게 변화한다. 따라서, 도 7의 B-3, C-3의 시간에 홀드신호Vs를 샘플홀드회로(225)에 공급하여 전압V5를 유지할때 도 7의 B-4에 나타난 바와같이 중립전압Vr 보다 높은 출력전압Vo의 홀드값을 우향스티어링토크가 발생한 경우 얻게된다. 좌향스티어링토크가 발생한 경우는 도 7의 C-4에 나타난 바와같이 중립전압보다 낮은 출력전압Vo의 홀드값을 얻을 수 있다.

연산부(230)는 모터회전회로(207)에 공급된 출력전압Vo에 기초한 스티어링토크를 전달한다. 모터회전회로(207)는 모터(20)에 스티어링토크의 방향 및 크기에 상응하는 동작전류I를 공급한다. 그 결과 모터(20)는 스티어링 시스템에 발생된 스티어링토크의 방향 및 크기에 대응하는 회전력을 발생한다. 모터(20)의 회전력은 웜(20b) 등을 통해 출력샤프트(3)에 전달된다. 따라서, 출력샤프트(3)에는 보조스티어링토크가 주어져 운전자가 부담해야하는 부하를 줄일 수 있다.

사각파전압V2이 코일(110)(111)에 공급되는 구조에서도 차동증폭기(223) 및 샘플홀드회로(225)가 출력전압V3, V4 사이의 과도전압 차를 유지하여 이 차이를 출력전압Vo으로서 연산부(230)에 전달한다. 따라서, 스티어링 시스템에서 발생하는 스티어링토크의 방향 및 크기를 검출할 수 있다. 따라서, 검출된 값에 대응하는 보조스티어링토크를 발생시킬 수 있다. 사각파전압V2에 의해 코일(110)(111)이 작동하는 구조를 이용할 때 전압V2가 상승하는 주기에서만 각 코일(110)(111)을 통해 전류가 흐른다. 따라서, 전압V2의 파형의 듀티비가 충분히 감소하면 전력소모를 크게 줄일 수 있다. 본 실시예에 따른 구조에 있어서, 과도상태에서 출력전압V3, V4 사이에서 큰차이가 있을 때 얻어지는 출력전압Vo는 스티어링토크를 검출하는데 필요하다. 시상수 τ 가 출력전압V1의 하강시점을 경과할때까지 전압 V2만이 필요하다. 따라서, 안전율을 포함하는 시상수 τ 보다 다소 긴 주기동안만 트랜지스터 Tr를 턴온할 필요가 있다. 그러므로 전압 V2의 듀티비가 현저히 감소한다(예를들어 약5%까지 감소). 그 결과 각 코일(110)(111)을 흐르는 전류 흐름시간이 현저히 감소한다. 이에따라 전류소비를 줄일 수 있어 경제적인 이점을 실현할 수 있고, 또한 열발생량도 감소시킬 수 있다. 열발생이 감소하면 고장발생도 억제되며, 연산부(230)의 온오프제어에 의해 트랜지스터 Tr에 대해 제어전압 V1을 인가하면 사각파전압 V2으로 코일(110)(111)을 작동시킬 수 있으므로 사인파로 코일을 작동시키는 구조에 비해 전기부품의 개수를 줄일 수 있다. 또, 각 전기부품에 대한 엄격한 정밀성을 요하지 않으므로 비용을 절감할 수 있다.

본 발명은 중립신호저장부(240)가 연산부(230)에 접속되는 구조를 가지고 있다. 또, 조립이 완료된 상태에서 기입신호통신부(241)를 통해 초기값을 중립신호저장부(240)에 저장한다. 조립이 완료된 후 입력토크가 0이면(도 7의 A-1, A-4 참조), 샘플홀드회로(225)의 출력전압 Vo는 중립전압 Vr(=2.5V로서 A/D의 중심값이다)이 될 수 있다. 실질적으로, 샤프트 등과 같은 부품의 치수오차, 조립중에 야기되는 치수오차, 토크검출부(220)의 검출공차로 인해 초기편차를 α 라 가정할 때 출력전압 Vo이 $(2.5 \pm \alpha)V$ 가 된다. 따라서, 초기편차 α 로부터 야기되는 편차범위 $\pm \alpha$ 는 사용 전압범위 보다 높게 편차가 일어날 가능성도 있다. 이 상태에서 연산부(230)에 미리 설정된 미세조정범위를 출력전압이 만족시키도록하는 중립전압 스위치부(224) 작동용 신호가 연산부(230)로부터 외부통신 및 출력포트(3)를 통해 전송된다. 또, 출력전압이 소정의 미세조정범위를 만족할 때 실현되는 출력전압이 되는 출력전압($2.5 \pm \alpha$)을 저장하는 저장명령이 오프셋 값으로서 기입신호통신부(241)를 통해 전달된다. 연산부(230)는 저장명령을 받을 때 중립신호로서 중립신호저장부(240)에 조립초기값을 저장한다. 이후 기입신호통신부(241)의 기능을 턴오프하고, 시스템을 작동시킨다. 따라서, 중립신호저장부(240)에 저장된 초기값은 동작전류 I를 연산할 때 차동증폭기(223)용으로서 $\pm \alpha$ 의 중립보정값으로 사용된다. 그 결과 초기조립공차로부터 야기되는 중립편차($\pm \alpha$)의 영향을 방지하고 시스템 작동시 복잡한 기계적 중립조절을 생략할 수 있다.

또, 각 출력전압 및 스위치부의 데이터 항목을 중립신호저장부(240)에 저장하여 각 부분의 고장여부를 판정한다. 도 9에 나타난 바와같이, 과도전압의 변화에 따라 토크가 검출되는 시기를 연산부(230)의 제어하에서 특정의 임의 간격(수 밀리초)으로 설정한다. 코일을 수심 마이크로 초로 작동시키고, 시간주기의 대부분을 코일이 작동하지 않는 T1으로한다. 도 9의 C에서와 같이 코일 비작동 시간 T1에서 T3, T4의 간격으로 샘플링을 행한다. 또, 시간 T3 중 t1에서 홀드값을 A/D변환하여 토크출력을 얻는다. 다음 샘플링이 행해진 이후 시간 t2에서 각 부분의 A/D변환 결과를 얻어 중립신호저장부(240)에 저장된 초기값과 비교한다. 코일전압V3, V4이 초기값과 다르면 코일의 접지가 발생하였거나 코일동작 트랜지스터가 도전되고, 차동증폭기의 이상 또는 A/D변환부의 이상이 발생한 것으로 판정한다. 샘플홀드회로(225)의 출력전압이 초기값과 다르면 샘플홀드회로의 이상 또는 A/D변환부의 이상이 발생한 것으로 판정한다.

다음 시간 t3에 중립전압을 중립전압스위치부(224)로 전환한다. 이후 다음 시간 t4에 각 부분의 A/D값을 시간 t2에서 각 부분의 A/D값과 비교한다. 차동증폭기(223)의 출력전압 V5가 정상값(스위칭에 의해 실현된 오프셋전압)이면 중립전압스위치부(224)가 비정상인 것으로 판정한다. 샘플홀드회로(225)의 출력전압 Vo이 정상값(시간 t2에서의 출력전압 Vo)이면 샘플홀드회로(225)가 비정상인 것으로 판정한다.

다음에, 본 발명의 다른 실시예를 도 11 - 도 14를 참조하여 설명한다.

도 11에 나타난 모터제어회로가 도 5에 나타난 모터제어회로와 유사하게 센서케이스(114)에서 제어기판(210)에 형성되어 있다. 다수의 단위소자로된 제어기판(210)(도시안됨)에 모터제어회로를 분배시키는 것도 가능하다.

도 11의 모터제어회로는 같은 저항값을 갖는 2개의 저항 Ro이 직렬로 코일(110)(111)에 접속된다. 코일(110)(111) 및 저항Ro은 함께 브릿지회로를 구성한다. 브릿지회로에 있어서 저항 Ro 간의 접속부는 전원 V₀₀에 접속된다. 전기저항 Ro와 반대되는 코일(110)의 단부는 NPN트랜지스터T₂를 통해 접지에 접속된다. 즉, 트랜지스터 T₁ 및 T₂가 턴온/오프될 때 각 코일(110)(111)은 독자적으로 접지에 접속되거나 접지와 차단된다. 소위 플라이휠 다이오드에 대하여는 공지이므로 설명을 생략한다.

마이크로컴퓨터 A/D변환기, D/A변환기 등(도시안됨) 및 인터페이스회로를 포함하는 제어기(325)로부터 트랜지스터T₁ 및 T₂의 게이트에 제어전압 V₁, V₂가 인가된다.

제어전압 V₁, V₂는 각각이 도 12에 나타난 바와같이 사각파로 변화하는 전압이다. 사각파의 출력간격은 제어기(325)의 샘플링클럭과 동기한다. 트랜지스터T₁ 및 T₂가 NPN트랜지스터이므로 제어전압V₁, V₂가 소위 플러스 로직 전압이되며, 이것은 트랜지스터T₁ 및 T₂가 턴온되는 시기에 '0'에서 '1'로 상승하고, 트랜지스터 T₁ 및 T₂가 턴오프될 때 '1'에서 '0'으로 하강한다.

코일(110)과 저항 Ro 간 전압이면서 브릿지회로의 출력전압 중 하나인 출력전압 V₃와 코일(111)과 저항 Ro 간 전압이면서 다른 출력전압이 되는 출력전압V₄가 차동증폭기(322)에 인가된다.

중립전압스위치부(322A)는 차동증폭기(322)에 중립전압 Vr을 인가하며, 중립전압스위치부(322A)는 제어기(325)로부터 인가된 제어전압 V_R에 따라서 중립전압 Vr을 발생시킨다. 차동증폭기(322)는 상기 식(1)에 표현되는 출력전압V5를 생성한다.

중립전압 V_r 을 2.5V로 가정하면 출력전압 V_5 는 진폭의 범위가 변화하며, 그 중간점은 2.5V로서 출력전압 V_3 , V_4 간의 차이에 대응한다.

차동증폭기(322)의 출력전압 V_5 가 샘플홀드회로(323)에 의해 유지되어 소정의 샘플링시간에 출력전압으로서 출력전압 V_5 가 제어기(325)에 인가된다. 제어기(325)는 샘플홀드회로(323)에 홀드신호 V_s 를 공급하며, 이 홀드신호는 제어전압 V_1 , V_2 의 제1과도와 함께 상승하고, 상승후 소정의 시간이 경과한 후 하강하여 도 13의 A-3 내지 C-3에 나타난 바와같이 짧은 펄스형 전압을 형성한다. 샘플홀드회로(323)는 출력전압 V_0 와 같이 홀드신호 V_s 의 최종과도에 출력전압 V_5 를 유지한다.

홀드신호 V_s 의 최종과도시간(즉, 홀드신호 V_s 로 사용되는 펄스파의 폭)이 과도상태(변화상태)의 출력전압 V_3 , V_4 가 차동증폭기(322)에 인가되는 주기에 있다. 즉, 각 코일(110)(111) 및 저항 R_0 의 인덕턴스에 의해 결정되는 시상수 τ 가 제어전압 V_1 의 제1과도(V_1 이 상승상태)시간을 경과하는 순간은 홀드신호 V_s 의 최종과도시간으로 한다. 시상수 τ 가 이용되는 이유는 출력전압 V_3 , V_4 간의 차이가 가장 큰 순간에 출력전압 V_{15} 를 유지하고자 시도하기 때문이다.

한편, 샘플홀드회로(323)에 인가되는 출력전압 V_5 은 증폭기(324)에도 인가되어 여기서 증폭되며, 이어서 이 출력전압 V_5 는 제어기(325)에 공급된다.

제어기(325)는 스티어링 토크의 검출시간에 전송된 홀드신호 V_s 의 최종과도와 동기하여 증폭된 출력전압 V_5 를 A/D변환 및 판독한다. 판독된 출력전압 V_5 에 따라서 제어기(325)는 각 입력샤프트(2) 및 원통형부재(104)의 상대회전변위의 방향 및 크기를 연산한다. 이후 제어기(325)는 연산결과를 소정의 비례상수로 곱하여 스티어링시스템에서 발생하는 스티어링토크를 얻는다. 그리고 제어기(325)는 모터회전부를 제어하여 연산결과에 따라 전기모터(20)에 보조 스티어링토크를 발생하기 위한 동작전류 I 를 공급하며, 여기서 모터회전부(326)는 전력트랜지스터(도시안됨) 등으로 구성된다.

제어기(325)에는 차량속도센서(도시안됨)로부터 차량속도검출신호가 공급된다. 차량속도검출센서에 반응하여 제어기(325)는 차량이 고속으로 주행중인가의 여부를 판정한다. 차량이 고속으로 주행중이면 제어기(325)는 보조스티어링토크가 필요하지 않은 것으로 판정하여 모터회전부(326)의 제어를 금지한다. 또, 전기모터(20)에 공급될 전류를 피드백 제어하기 위한 전류검출신호(도시안됨)를 제어기(325)에 공급한다.

브릿지회로의 출력중 하나인 출력전압 V_3 은 직접 제어기(325)에 공급되며, 제어기(325)는 임의의 시간에 출력전압 V_3 를 A/D변환한다.

스티어링토크가 검출되는 시기에 사각파제어전압 V_1 , V_2 는 동시에 제어기(325)로부터 트랜지스터 T_1 , T_2 에 전달된다. 제어전압 V_1 , V_2 의 출력시간간격은 도 14에 나타난 바와같이 상대적으로 길다. 시간주기 동안 토크가 검출되지 않는 시간은 상대적으로 길다. 제어전압 V_1 , V_2 의 각 사각파의 폭은 수십 마이크로 초이다. 도 14의 A에 실선으로 나타난 바와같이 제어기(325)는 각 사각파제어전압 V_1 , V_2 의 하강과 동기하는 시간 t_1 에 A/D변환을 행하여 출력전압 V_5 를 판독한다. 그러므로 제어기(325)는 보조스티어링토크의 발생을 제어한다.

또, 제어기(325)는 상대적으로 긴 시간인 토크검출이 없는 시기에 여러가지 이상검출처리를 행한다.

본 실시예에 있어서는 다른 실행시간을 가지고 3가지 형태의 이상검출처리를 행한다.

도 14의 C에 나타난 바와같이 제어전압 V_1 , V_2 의 출력없이 샘플홀드만을 행한 직후 시간 t_2 와 동기하여 제1이상검출처리를 행한다. 즉, 출력전압 V_3 , V_0 , V_5 를 판독하기 위해 시간 t_2 에서 A/D변환을 행한다. 출력전압(출력전압 V_3 의 정상값이 전원 V_{DD} 의 전압)에 따라서, 이상확인처리를 행한다(이 것은 코일(110)(111)과 점지의 단락회로검출, 각 트랜지스터 T_1 , T_2 의 도전확인, 출력전압 V_3 에 대한 A/D변환기의 이상확인이 포함된다). 출력전압 V_0 및 저장된 초기값을 상호비교하여 이상확인처리를 행한다(이것은 차동증폭기(322)의 이상확인, 중립전압발생부(322A)의 이상확인, 출력전압 V_0 에 대한 A/D변환기의 이상확인이 포함된다). 출력전압 V_5 과 저장된 초기값을 상호비교하여 검출처리를 행한다(이것은 증폭기(324)의 이상확인, 중립전압발생부(322A)의 이상확인, 출력전압 V_5 용 A/D변환기의 이상확인이 포함된다).

도 14의 C에 나타난 바와같이 샘플홀드회로(323)의 홀드를 유지한 상태에서 시기 t_3 - t_5 와 동기하여 이상검출처리를 행한다. 즉, 시기 t_3 에서 중립전압 V_r 을 통상의 토크검출시기와 다른 값으로 전환한다. 시기 t_4 에서 각 A/D변환처리를 행하여 출력전압 V_0 , V_5 를 판독한다. 시기 t_2 에서 판독된 출력전압 V_6 과 다른 출력전압 V_0 을 상호 비교하여 이상검출처리를 행한다(샘플홀드회로(323)의 이상확인). 출력전압 V_5 , 저장된 초기값 및 스위칭에 대응하는 오프셋전압의 합을 상호 비교하여 이상검출처리를 행한다(중립전압발생부(322A)의 확인). 시기 t_5 에서 중립전압 V_r 은 통상의 토크검출시기의 값으로 복귀한다.

도 14의 C에 나타난 시기 t_6 - t_7 에서 제3이상검출처리를 행한다. 즉, 시기 t_6 에서 사각파제어전압 V_2 만의 출력을 도 14의 A에 쇄선으로 나타난 바와같이 생성한다. 제어전압 V_2 의 하강과 동기하는 시기 t_7 에서 출력전압 V_3 은 A/D변환되어 판독된다. 출력전압 V_3 가 전원 V_{DD} 과 같은 가의 여부에 따라서 코일(110)(111) 간의 단락회로가 검출된다.

1회의 비토크검출시기에 제1 내지 제3이상검출처리 모두를 행하게 된다. 이처리들은 다수의 비토크검출시기에 걸쳐서 여러번 행할 수도 있다. 또, 제1 내지 제3이상검출처리 중 모두 또는 일부를 행하는 비토크검출시기와 제1 내지 제3이상검출처리를 전혀 행하지 않는 비토크검출시기를 간격을 두고 반복할 수도 있다.

전술한 바와같이 스티어링 시스템이 중립위치에 있고, 스티어링토크가 0일때 코일(110)(111)은 같은 인덕턴스를 갖는다. 따라서, 임피던스의 차이가 코일(110)(111) 간에 야기된다. 따라서, 코일(110)(111)은 같은 자체유도 기전력을 갖는다.

상기 상태에 있어서, 도 12에 실선으로 나타낸 바와같이 제어전압 V1, V2가 제어기(325)로부터 트랜지스터 T1, T2에 인가된다. 따라서, 브릿지회로의 출력전압 V3, V4가 도 13의 A-1에 나타낸 바와같이 같은 과도값을 갖는다.

그러므로 차동증폭기(322)의 출력전압 V5은 도 13의 A-2에 나타낸 바와같이 중립전압 Vr에서 유지된다. 도 13의 A-4에 나타낸 바와같이 샘플홀드회로(323)의 출력전압 Vo은 중립전압 Vr으로 유지된다.

그 결과, 제어기(325)는 스티어링 시스템의 스티어링 토크가 0임을 검출한다. 따라서, 모토회전부(326)로부터 동작전류 I가 공급되지 않는다. 그리고, 불필요한 스티어링토크가 스티어링 시스템에서 발생하지 않는다.

우향토크가 발생할때 스티어링토크가 0인 경우와 비교하여 코일(110)의 인덕턴스가 커진다. 한편, 코일(111)의 인덕턴스는 감소된다. 좌향스티어링토크가 커짐에 따라 코일(110)의 인덕턴스가 감소하는 반면, 코일(111)의 인덕턴스는 커진다.

각 코일(110)(111)의 인덕턴스가 상기와 같을때 각 코일(110)(111)의 임피던스도 유사하게 변화한다. 또, 각 코일(110)(111)의 자체유도 기전력도 유사하게 변화한다.

따라서, 우향스티어링토크가 발생하면 출력전압 V3은 도 13의 B-1에 나타낸 바와같이 출력전압 V4보다 더욱 신속하게 하강한다. 출력전압 V3, V4은 과도상태에서 상호 다르게된다. 이 차이는 발생된 토크에 비례하여 커진다. 좌향스티어링토크가 발생할때 출력전압 V4은 도 13의 C-1에 나타낸 바와같이 출력전압 V3보다 신속하게 하강한다. 그 결과 출력전압 V3, V4은 과도 상태에서 상호 다르게된다. 이 차이는 발생된 스티어링토크에 비례하여 커진다.

전술한 바와같이, 발생된 스티어링토크의 방향 및 크기에 따라서 차동증폭기(322)의 출력전압 V5이 중립전압 Vr으로부터 크게 변화한다. 또, 온도와 같은 외란으로부터 야기되는 자체 인덕턴스의 동일 위상성분의 변화를 차동증폭기(322)가 제거한다.

제어기(325)는 출력전압 V5과 증폭기(324)를 통해 인가되는 중립전압 Vr 간의 차이를 곱하여 스티어링토크를 얻는다. 그리고, 제어기(325)는 모토회전부(326)에 그 결과를 전달한다. 모토회전부(326)는 전기모터(20)에 스티어링토크의 방향 및 크기에 대응하는 작동전류 I를 공급한다.

그 결과, 전기모터(20)는 스티어링 시스템에 발생된 스티어링토크의 치수 및 크기에 대응하는 회전력을 발생시킨다. 모터(20)의 회전력은 웜기어 등을 통해 출력샤프트(3)에 전달된다. 따라서, 출력샤프트(3)에는 보조스티어링토크가 주어져 운전자는 부담을 경감하게된다.

사각파전압 V1, V2이 코일(110)(111)에 공급되는 구조에서도 출력전압 V5은 A/D변환되며, 그 변환결과는 출력전압 V3, V4 간의 과도전압차가 나타나는 시기에 판독된다. 따라서, 스티어링 시스템에서 발생하는 스티어링 토크의 방향 및 크기를 검출할 수 있어 검출값에 대응하는 보조스티어링토크를 발생시킬 수 있다.

사각파형태로 각각 변화하는 제어전압 V1, V2에 의해 코일(110)(111)이 작동되는 구조일 경우, 전압 V1, V2가 상승하는 주기 동안에만 각 코일(110)(111)을 통해 전류가 통과된다. 따라서, 제어전압 V1, V2의 파형의 듀티비가 충분히 감소하면 전류소비가 현저히 감소한다. 이러한 구성에 따라서, 과도상태에서 출력전압 V3, V4 간에 충분한 크기의 차이가 발생할때 얻어지는 출력전압 V5이 스티어링토크의 검출에 필요하다. 출력전압 V5을 얻기 위해서는 시상수 τ 가 출력전압 V1, V2의 상승(제1과도)을 통과할 때까지 각 전압 V1, V2의 상승만이 필요하다. 따라서, 안전비를 포함하는 시상수 τ 보다 다소 긴시간의 주기만이 트랜지스터 T1, T2를 턴온하는데 필요하다. 따라서, 전압 V1, V2의 듀티비는 현저히 감소된다(예를들면 약 5%). 그 결과, 각 코일(110)(111)을 통해 흐르는 전류의 지속시간이 현저히 단축되어 전류소비를 감소시킬 수 있으므로 경제적인 효과가 있다. 또, 발열량도 감소되어 고장율도 감소된다.

제어기(325)에 의해 온오프제어되는 제어전압 V1, V2이 트랜지스터 T1, T2에 공급되어 가변성 사각파전압으로 코일(110)(111)이 작동되므로 사인파로 코일을 작동하는 구조에 비해 전기부품의 개수를 줄일 수 있다. 또, 각 전기부품에 대해 높은 정밀도를 요하지 않으므로 비용을 줄일 수 있다. 본 실시예는 제1 내지 제3이상검출공정을 적절히 행할 수 있도록 구성되어 있다. 그러므로 모터제어회로의 각 소자에 대한 이상여부를 검출할 수 있다. 이상상태가 검출되면 전기모터(20)의 제어를 금지한다. 그러므로 전동파워스티어링장치의 동작을 정지시킨다. 또, 운전자시트 앞면에 배치된 경보램프를 턴온하여 이상상태를 운전자가 인식할 수도 있다.

본 실시예에 있어서, 트랜지스터 T1, T2에는 대응 코일(110)(111)이 배치된다. 또, 제3이상검출처리를 행하여 트랜지스터 T2(또는 트랜지스터 T1) 만을 동작시킴으로써 트랜지스터 T2로부터의 출력전압 V3(T1일 경우는 V4)에 따라서 이상검출처리를 행할 수 있다. 그러므로 코일(110)(111) 간의 단락회로의 이상을 검출할 수 있다.

트랜지스터 T2만을 동작시켜 코일(110)(111)이 상호 단락된 상태에서 전류를 코일(111)에만 공급할때 트랜지스터 T1가 오프이더라도 전류가 코일(110)을 통과한다. 그 결과, 출력전압 V3이 전원 VDD 보다 낮게된다. 출력전압 V3에 따라서, 코일(110)(111) 간의 단락회로의 이상여부를 판정한다.

코일(110)(111)이 공통 트랜지스터에 의해 작동되면 코일(110)(111) 중 하나만이 작동할 수는 없다. 따라서, 코일(110)(111) 간의 단락회로의 이상을 검출할 수 없다.

그러므로 본 실시예의 구조는 전동파워스티어링장치의 신뢰성을 더욱 개선할 수 있다.

본 실시예에 있어서, 트랜지스터 T1, T2는 스위칭수단에 대응한다.

본 실시예에 있어서, 제3이상검출처리 외에도 제1 및 제2이상검출처리를 행한다. 모터제어회로가 상기 미국특허의 제3실시예에 따른 구조와 유사하여 여러가지 이상성을 검출하면, 제1 및 제2이상검출처리를 생략할 수도 있다. 코일(110)(111) 간의 단락회로검출을 상기 미국특허의 실시예를 통해서 행할 수 없다. 그러므로 제3이상검출처리를 생략할 수는 없다.

발명의 효과

이상의 실시예를 토크센서가 차량용 전동파워스티어링장치에 적용되는 경우에 대하여 설명하였지만 본 발명은 이에 한정되지 않는다.

전술한 바와같이, 본 발명에 따른 토크센서는 사각파로 변하는 전압을 코일에 인가할때 코일과 전기저항간에 발생하는 과도전압에 따라서 토크를 검출하는 구조이다. 그러므로 각 코일에 흐르는 전류의 흐름시간을 현저히 단축할 수 있어 전류소비를 줄일 수 있다. 따라서, 경제적인 이점을 실현할 수 있다. 또, 발열량도 감소시킬 수 있다. 또한, 전기부품의 개수를 줄일 수도 있고, 전기부품의 정밀성도 요하지 않는다. 그리고 제조비용을 감소시키는 효과도 얻을 수 있으며, 조립시에 실현되는 초기값을 저장하여 초기편차를 보정하므로 신뢰성을 개선할 수 있다. 그 밖에도 스티어링토크가 검출되지 않는 샘플홀드의 기간에 초기값을 비교하여 각 소자의 고장여부를 검출하므로 단일 시스템회로를 실현할 수 있다.

또, 전술한 바와같이, 본 발명은 과도전압을 발생시키는 스위칭수단이 각 코일쌍에 배치되는 구조이다. 또, 스위칭수단 중 하나가 토크검출을 행하지 않을때 작동한다. 그러므로 코일간의 단락회로의 이상성을 검출할 수 있어 결과적으로 토크센서의 신뢰성을 더욱 개선할 수 있다.

이상과 같이 바람직한 실시예 및 그 작용효과에 대하여 설명하였지만 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 다음의 특허청구의 범위 및 그 기술적 사상을 일탈하지 않고, 당분야의 통상의 기술자에 의해 여러가지 변경 및 변형이 가능함은 물론이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

토크센서로서,

코일과,

토크를 검출하기위해 코일의 동작시간 및 샘플홀드시간을 변화시키는 제어연산부와,

코일의 과도전압의 샘플링에 기초하여 토크를 검출하는 토크검출부와,

코일과 토크검출부 각각의 초기값을 저장하는 저장부와,

토크검출을 행하지 않는 동안에 상기 코일과 토크검출부의 전류값과 상기 저장부에 저장된 초기값을 비교하여 상기 토크센서의 고장을 검출하는 수단을

구비하는 것을 특징으로 하는 토크센서.

청구항 2

제1항에 있어서,

샘플 홀딩 이후 코일의 동작없이 A/D변환으로 얻어지는 A/D값에 따라서, 토크센서의 고장을 검출하는 것을 특징으로 하는 토크센서.

청구항 3

제2항에 있어서,

종류전압이 스위치된 이후 A/D값에 따라서, 상기 토크센서의 고장이 검출되는 것을 특징으로 하는 토크센서.

청구항 4

스티어링휠의 스티어링토크를 검출하고, 모터와 함께 스티어링휠이 일체로 배치된 스티어링샤프트의 회전을 보조하는 전동파워스티어링장치에 사용되는 토크센서로서,

코일과,

코일의 과도전압의 샘플링에 기초하여 스티어링토크를 검출하는 토크검출부와,

코일동작시간 및 샘플홀드시간을 변화시키는 제어연산부와,

코일과 토크검출부 각각의 초기값을 저장하는 저장부와,

토크 검출을 행하지 않는 동안 상기 저장부의 초기값과 최소한 상기 코일 및 토크검출부의 전류값을 비교하여 상기 토크센서의 고장을 검출하는 수단을

구비하는 것을 특징으로 하는 토크센서.

청구항 5

제4항에 있어서,

샘플홀드 이후 코일동작 없이 A/D변환으로 얻은 A/D값에 따라서, 토크센서의 고장을 검출하는 것을 특징으로 하는 토크센서.

청구항 6

제5항에 있어서,

중립전압이 스위치된후 A/D값에 따라서, 상기 토크센서의 고장을 검출하는 것을 특징으로 하는 토크센서.

청구항 7

회전샤프트에 발생된 토크를 검출하는 토크센서로서,

토크에 따라서, 반대방향으로 임피던스가 변화하는 한쌍의 코일과,

상기 한 쌍의 코일 중 하나에 각각 직렬로 접속되고, 이 코일과의 접속부분에서 발생하는 과도전압에 따라서 토크를 검출하는 한쌍의 전기저항과,

과도전압을 발생할 수 있으며, 상기 한쌍의 코일 각각에 배치된 스위칭수단을

구비하고,

상기 스위칭수단 중 하나는 토크가 검출되지 않는 시간에 작동하여 상기 코일쌍의 고장을 검출하는 것을 특징으로 하는 토크센서.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 스위칭수단은 트랜지스터를 포함하는 것을 특징으로 하는 토크센서.

청구항 9

스티어링휠의 스티어링토크를 검출하고, 모터와 함께 스티어링휠이 일체로 배치된 스티어링샤프트의 회전을 보조하는 전동파워스티어링장치에 사용되는 토크센서로서,

스티어링토크에 따라서, 반대방향으로 임피던스가 변화하는 한쌍의 코일과,

상기 한쌍의 코일 중 하나에 각각 직렬로 접속되고, 이 코일과의 접속부분에서 발생하는 과도전압에 따라서 스티어링토크를 검출하는 한쌍의 전기저항과,

과도전압을 발생할 수 있으며, 상기 한쌍의 코일 각각에 배치된 스위칭수단을

구비하고,

상기 스위칭수단 중 하나는 스티어링토크가 검출되지 않는 시간에 작동하여 상기 코일쌍의 고장을 검출하는 것을 특징으로 하는 토크센서.

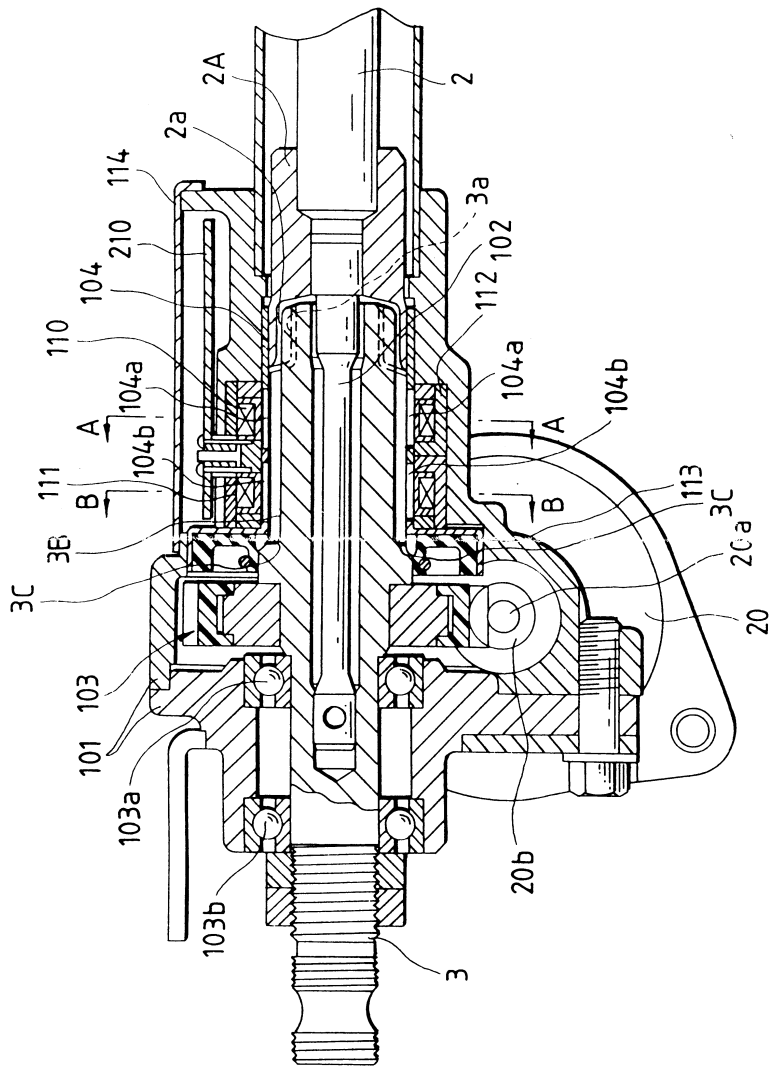
청구항 10

제9항에 있어서,

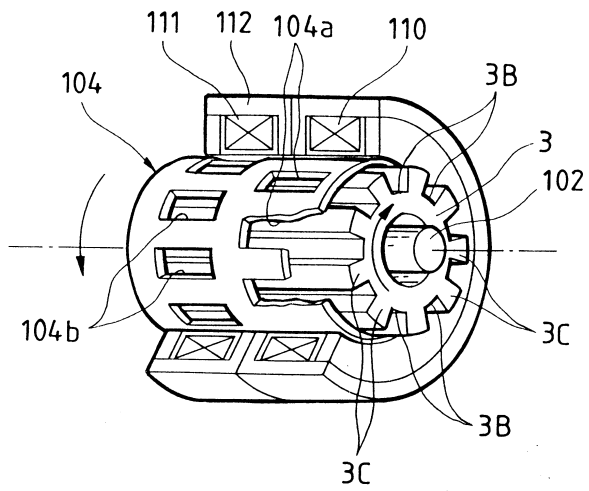
상기 스위칭수단은 트랜지스터를 포함하는 것을 특징으로 하는 토크센서.

도면

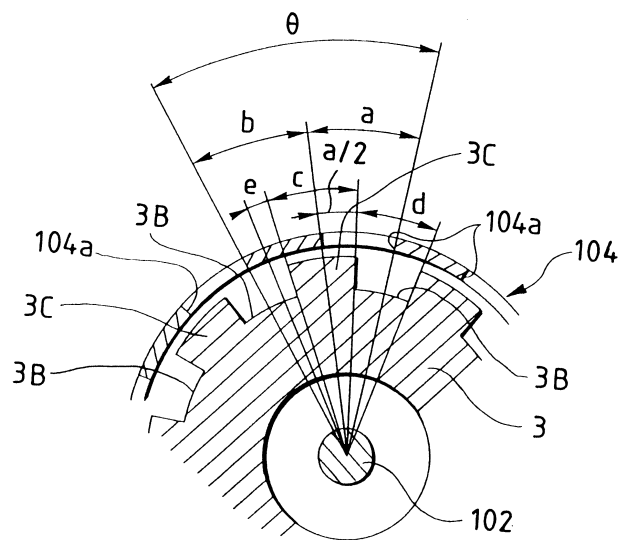
도면1



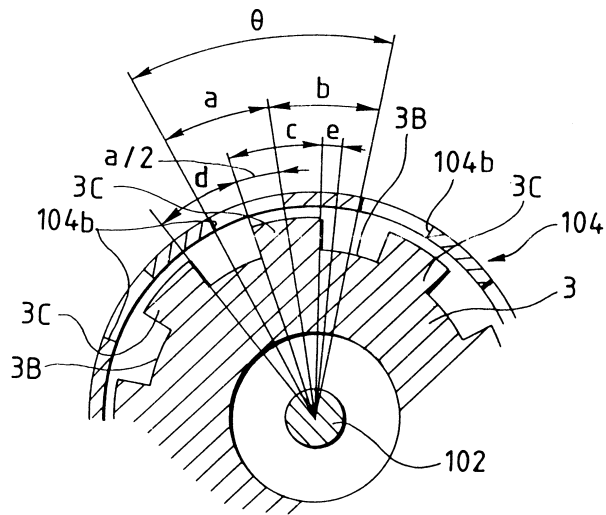
도면2



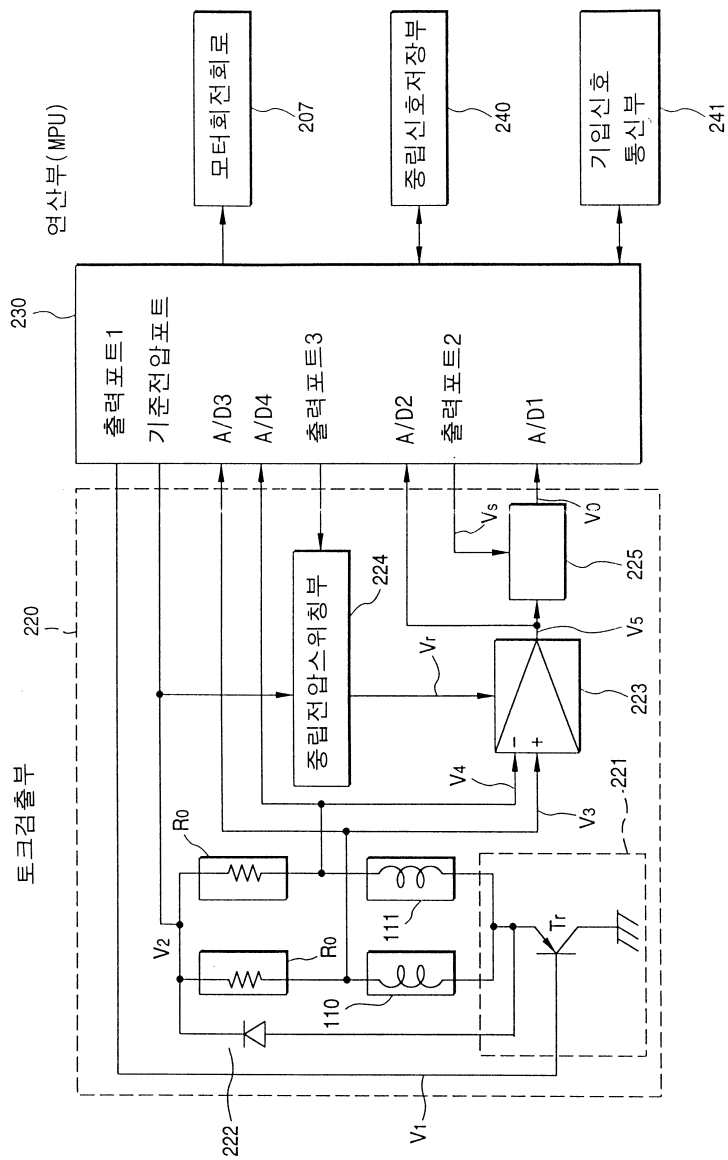
도면3



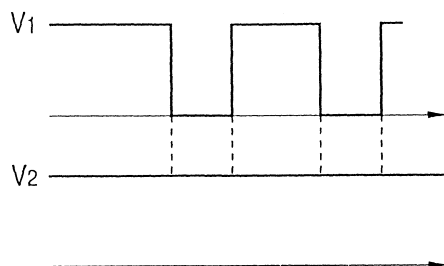
도면4

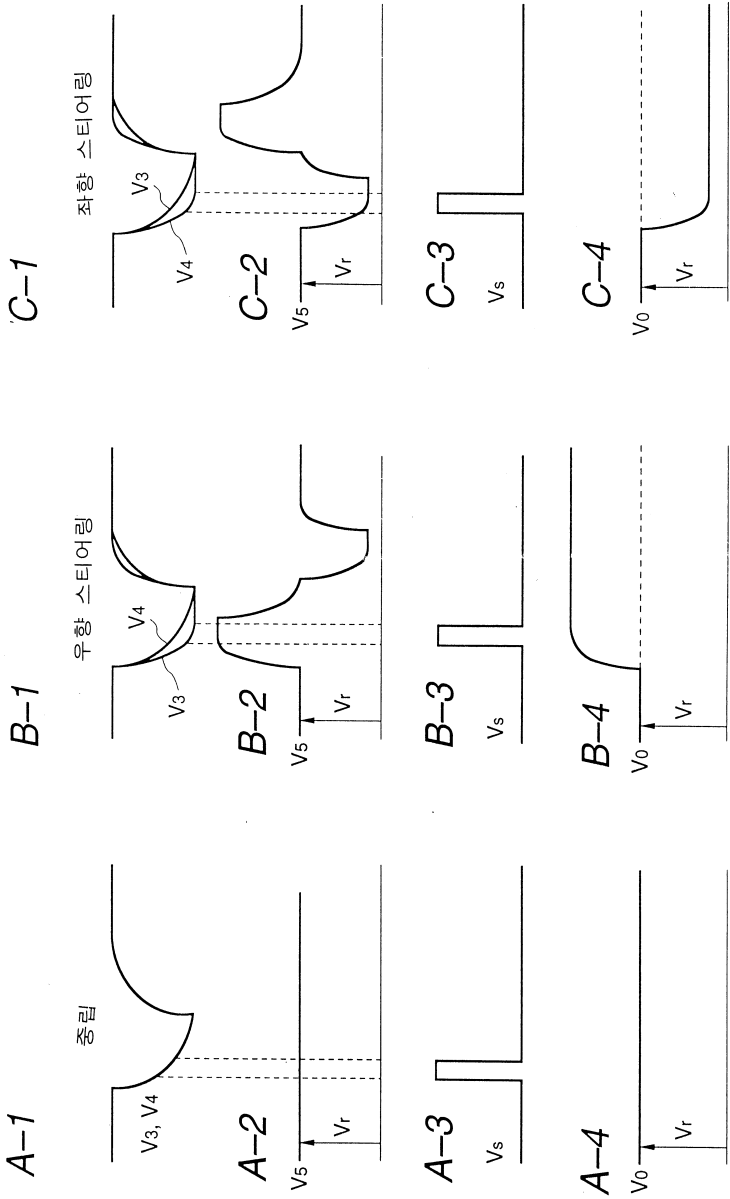


도면5

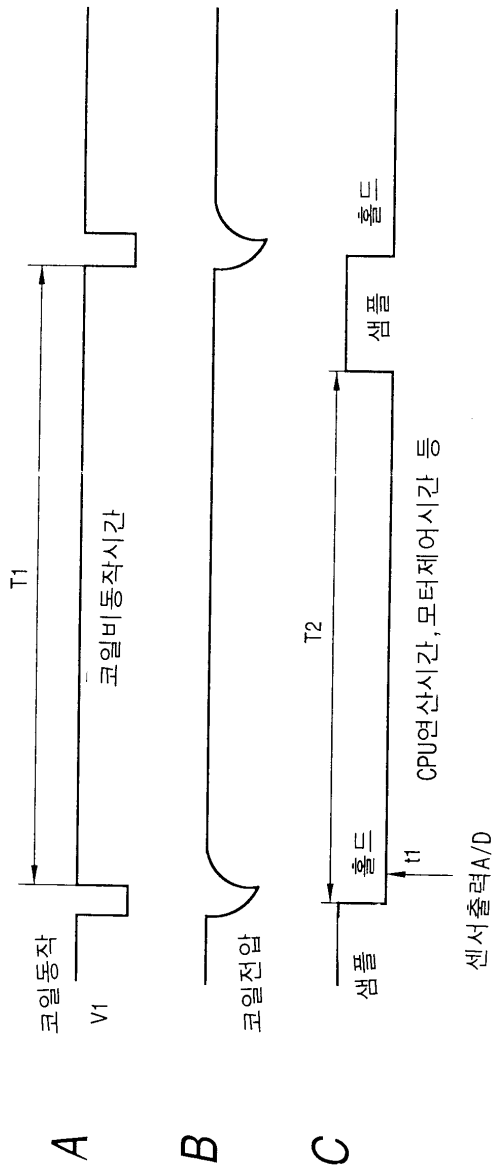


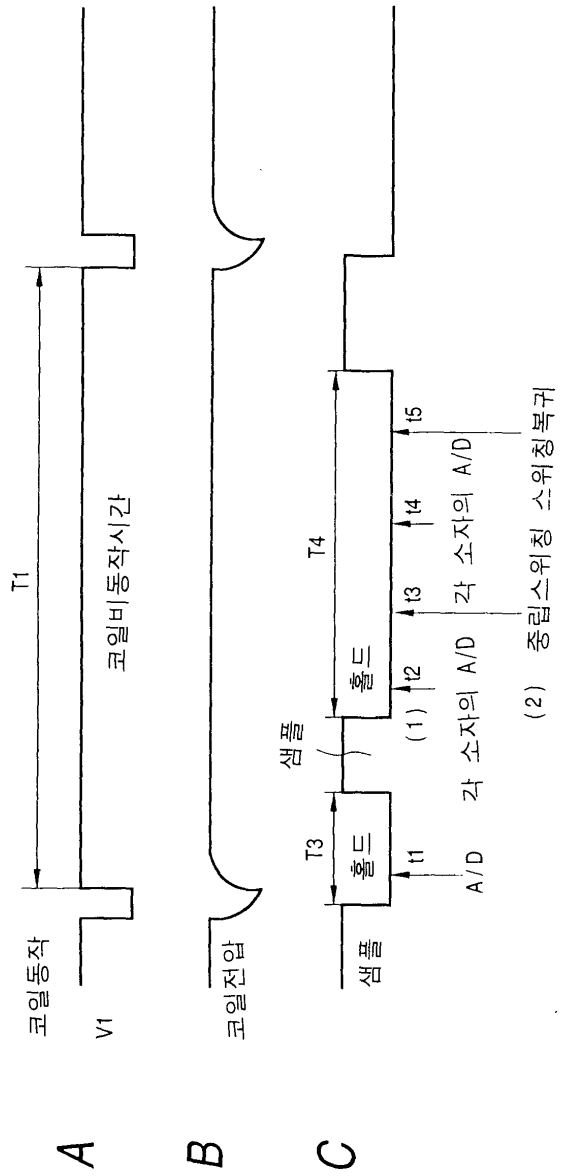
도면6



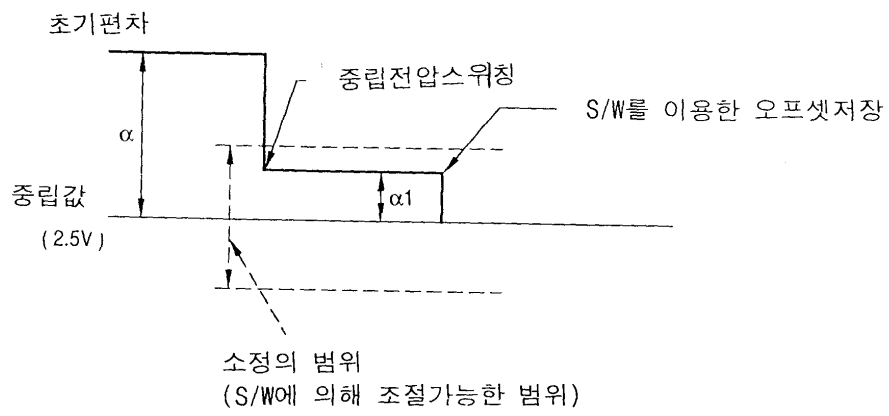


도면8

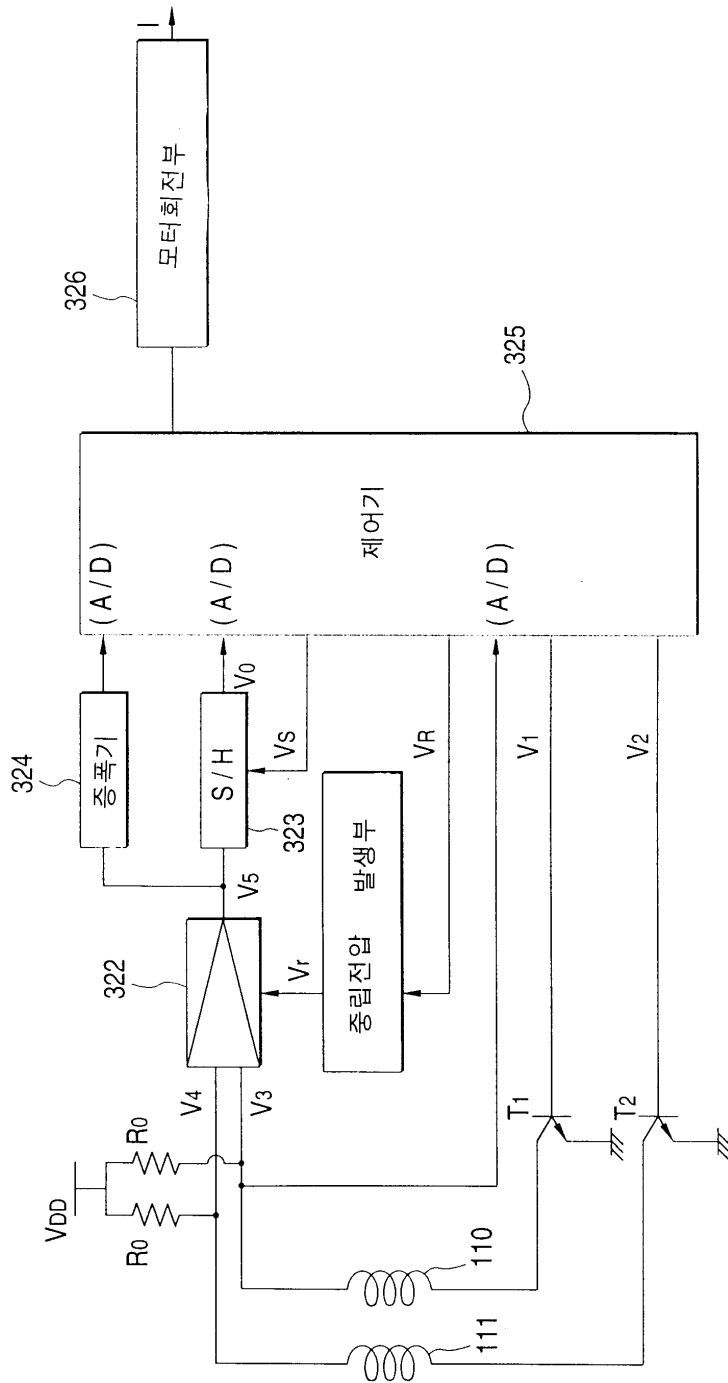




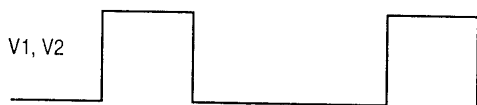
도면 10

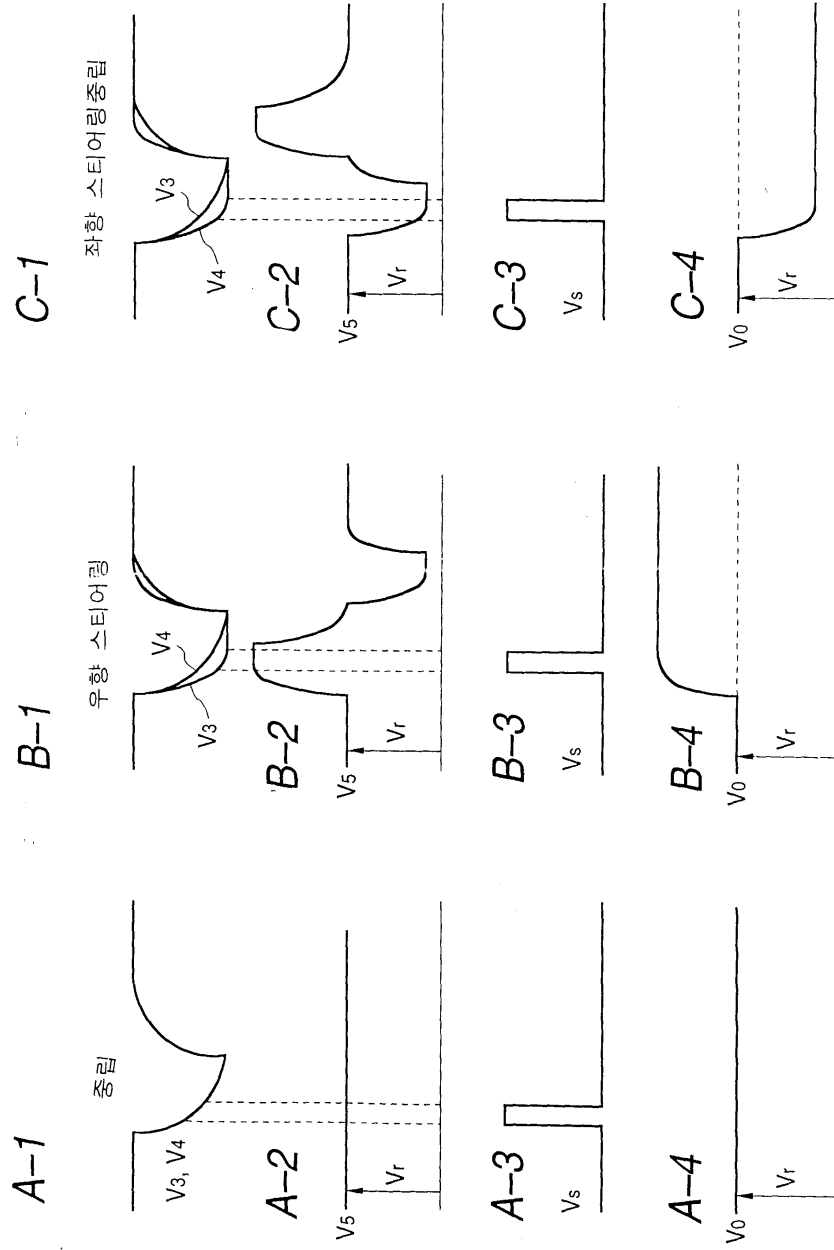


도면11

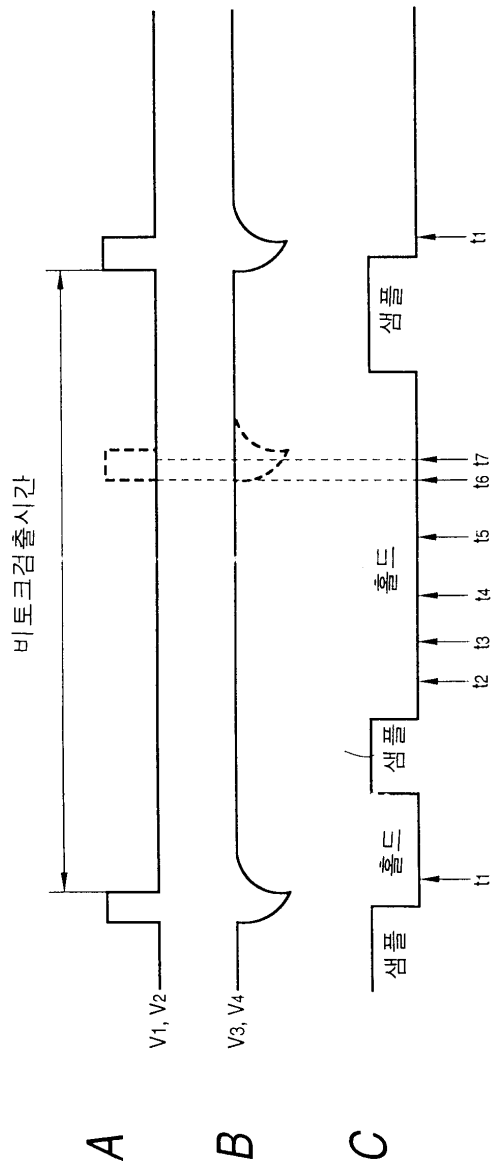


도면 12





도면 14



도면 15

