(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.[8]
H03K 17/96 (2006.01)
G01R 27/08 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0006042
(43) 공개일자 2006년01월18일

(21) 출원번호 10-2005-7019921
(22) 출원일자 2005년10월20일
번역문 제출일자 2005년10월20일
(86) 국제출원번호 PCT/US2004/012426
국제출원일자 2004년04월21일
(87) 국제공개번호 WO 2004/095388
국제공개일자 2004년11월04일

(30) 우선권주장 10/828,004 2004년04월20일 미국(US)
60/464,613 2003년04월22일 미국(US)

(71) 출원인 터치센서 테크놀로지스, 엘엘씨
미국 60187 일리노이주 휘튼시 엔. 게이블 블러바드 203

(72) 발명자 스틴위크, 티모시, 에드워드
미국 49426 미시건주 허드슨빌 발드윈 스트리트 3178

(74) 대리인 주성민
이중희
백만기

심사청구 : 없음

(54) 2개 배선을 통한 전계 효과 센서 상호접속 방법 및 장치

요약

전계 효과 센서는 2개의 배선들을 사용하여 전원 공급기 및 검출 회로와 인터페이스한다. 검출 회로는 수개의 병렬 접속된 전계 효과 센서들 중 어느 것이 임의의 소정의 시간에 활성화되어 있는지 아닌지의 여부를 결정할 수 있다.

대표도

도 1

색인어

전계 효과 센서, 전원 공급기, 검출 회로, 부하 저항기

명세서

기술분야

<관련 출원들의 상호 참조>

본 출원은 2003년 4월 22일 출원된 미국 특허 가출원 번호 60/464,613호를 우선권 주장하며, 그 개시 내용은 본 명세서에 참조로서 포함되어 있다.

본 발명은 전계 효과 센서를 오직 2개의 배선들만을 사용하여 제어 시스템 또는 제어 장치에 상호접속시키는 방법들 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

기계식 스위치들은 때때로, 그 중에서도 특히, 기계 부분의 위치 또는 액체의 레벨의 변화를 검출하는데 사용된다. 이러한 사용들은 특히 자동차 응용분야에서 특히 효과적이다. 예를 들면, 기계식 스위치들은 조절판 위치 및 전면유리 세척액 레벨과 같은 파라미터들을 감지하기 위해 자동차에 오랫동안 사용되어 왔다.

비록 기계식 스위치들이 수년에 걸쳐 광범위하게 개량되어 왔지만, 그럼에도 불구하고 이들은 이동부들을 포함하고 있기 때문에 원래부터 고장나기 쉽다. 또한, 그러한 스위치들은 종종 원래부터 고장나기 쉬우며, 비용, 무게 및 복잡성을 추가하는 기계적 연결과 관련하여 사용되었다.

많은 애플리케이션에 있어서 기계식 스위치들에 대한 교체품으로서 전계 효과 센서들이 사용되어 왔다. 실제로, 전계 효과 센서들은 기계부 또는 액체의 근접성을 검출하는데 이용될 수 있다. 전계 효과 센서들은 기계식 스위치들에 비해 많은 이점을 갖는다. 예를 들면, 전계 효과 센서들은 마멸되거나 또는 부러질 수 있는 이동부들을 갖지 않는다. 또한, 이들은 값싸게 대량 생산될 수 있고, 기계식 스위치들을 용이하게 수용하지 않는 응용분야들에서의 이용에도 주문받아 만들 수 있다.

가장 단순한 형태의 기계식 스위치들은 전기 회로를 기계적으로 만들거나 또는 부러뜨리는 2개 배선(입력 및 출력) 장치들이다. 이들은 기계력을 사용하여 동작하고 동작을 위한 전기 전력을 필요로 하지 않는다. 거꾸로, 전계 효과 센서들은 동작을 위해 전기 전력을 필요로 하는 고체(solid state) 장치들이다. 따라서, 전계 효과 센서는 통상적으로 기계식 스위치보다, 동작을 위한 적어도 하나 이상의 배선을 필요로 한다. 따라서, 알려진 전계 효과 센서들은 통상적으로 그들이 설치되는 장치에 일부 변경을 행하지 않고 기계식 스위치에 대한 드롭-인 교체품(drop-in replacements)으로서 사용될 수 없다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 제1 실시예를 도시한다.

도 2는 본 발명의 제2 실시예를 도시한다.

도 3은 본 발명의 제3 실시예를 도시한다.

도 4는 본 발명의 제4 실시예를 도시한다.

도 5는 본 발명에 대한 애플리케이션의 예를 도시한다.

발명의 상세한 설명

도 1은 본 발명의 제1 바람직한 실시예를 도시하며, 본 실시예에서는 데이지 체인(daisy chain) 구성에서 제1, 제2 및 제3 전계 효과 센서들 S1, S2, S3이 2개 배선들(12, 14)을 통해서 전원 공급기(10)에 접속되어 있다. 센서들 S1, S2, S3은 바람직하게는 일리노이주 휘톤의 TouchSensor Technologies, LLC로부터 이용가능한 TS100 집적 제어 회로를 사용하는 전계 효과 센서들로서 구현된다. 대응하는 부하 저항기 LR1, LR2, LR3는 각 센서 S1, S2, S3의 출력에 각각 접속되어 있다. 각각의 부하 저항기 LR1, LR2, LR3는 고유한 저항값을 갖는다. 그외의 실시예들에서 3개보다 더 많은 혹은 더 적은 수의 센서들 및 대응하는 부하 저항기를 사용할 수 있다. 검출 회로(18)는 센서들 S1, S2, S3에 의해 끌어지는 전류를 검출한다. 예시된 실시예에서, 검출 회로(18)는 전원 공급기(10)와 센서들 S1, S2, S3 사이에 감지 저항기(16)를 포함한다. 검출 회로(18)는 감지 저항기(16)를 가로지르는 전압 강하를 검출하고, 당업자들에게 잘 알려진 적절한 디코딩 회로, 예를 들면 아날로그-디지탈 변환기로 출력 라인 V_{out}을 제공한다. 검출 회로(18)의 설계는 본 발명에서는 중대한 것은 아니다. 도 1에 도시된 설계는 예시이며, 당업자들에게 알려진 다른 설계로 변경되고 대치될 수 있다.

센서들 S1, S2, S3의 어느 것도 활성화되지 않을 때, 센서들 S1, S2, S3은 전원 공급기(10)로부터 기본 전류를 끌어낸다. 이 기본 전류는 감지 저항기(16)를 가로지르는 전압 강하로서, 또는 당업자들에게 알려진 임의의 그외의 적절한 방법으로 검출될 수 있다. 통상적으로, 이 기본 전류는 무시할만하고, 따라서 감지 저항기(16)를 가로질러 무시할만한 전압 강하를 발생시킬 것이다.

센서들 S1, S2, S3 중 임의의 것이 물체 또는 액체의 접촉 또는 접근을 통해 활성화되어 있을 때, 센서 활성화에 응답하여 전원 공급기(10)로부터 추가 전류를 끌어낸다. 이 추가 전류는 활성화된 센서의 출력에 접속된 부하 저항기의 값의 함수이다. 각각의 부하 저항기는 고유한 저항값을 갖기 때문에, 이 추가 전류는 센서들 S1, S2, S3 중 어느 것이 활성화되어 있는지에 따라 변화한다. 감지 저항기(16)를 가로지르는 추가의 전압 강하로서 또는 당업자들에게 알려진 임의의 그외의 적절한 방법으로 이 추가 전류를 검출할 수 있다.

기본 전류(또는 감지 저항기(16)를 가로지르는 대응하는 전압 강하) 및 그에 대한 변화들을 모니터링 함으로써, 활성화된 것이 있다면, 센서들 S1, S2, S3 중 어느 것이 임의의 특정 시간에 활성화되었는지를 용이하게 결정할 수 있다. 실제로, 부하 저항기들 LR1, LR2, LR3를 선택하여, 동시에 활성화된 센서들 S1, S2, S3의 각각의 고유 조합에 대해 고유한 추가 전류를 끌어내도록 할 수 있다. 따라서, 활성화된 것이 있다면, 센서들 S1, S2, S3 중 어느 조합이 임의의 특정 시간에 활성화되었는지를 용이하게 결정할 수 있다.

예를 들면, 도 1은 공칭 5volt 전원 공급기(10), 125ohm 감지 저항기(16) 및 1.25 K-ohm, 2.5K-ohm, 및 5K-ohm 부하 저항기들 L1, L2, L3를 각각 갖는 실시예를 도시한다. 이들 특정 값들은 본 명세서에서 예시용으로 제공된 것이며, 당업자들에게 알려진 임의의 특정 애플리케이션의 요구를 만족시키도록 변경할 수 있다. 상술한 바와 같이, 센서들 S1, S2, S3 중 어느 것도 활성화되지 않을 때 센서들 S1, S2, S3에 전원을 공급하기 위해 무시할만한 전류를 필요로 한다. 따라서, 센서들 S1, S2, S3 중 어느 것도 활성화되지 않을 때, 감지 저항기(16)를 가로지르는 전압 강하는 무시할만하고, 검출 회로(18)의 출력 V_{out}은 0volts이다. 센서 S3이 활성화되고 센서들 S1 및 S2는 활성화되지 않으면, 감지 저항기(16)를 통한 전류는 부하 저항기 LR3를 통한 전류와 실질적으로 동일하며, 감지 저항기(16)를 가로지르는 대응하는 전압 강하를 발생시킨다. 이 전압 강하에 기초하여, 검출 회로(18)는 0.714 volts의 신호 V_{out}을 출력한다. 이 출력 전압에 기초하여, 디코딩 회로(도시되지 않음)는 센서들 S1과 S2를 제외한 센서 S3은 활성화되어야만 한다고 결정한다. 마찬가지로, 센서들 S1 및 S2는 활성화되고 센서 S3은 활성화되지 않으면, 감지 저항기를 통한 전류는 부하 저항기 LR1 및 LR2를 통한 전류들의 합과 실질적으로 동일하여 감지 저항기(16)를 가로질러 대응하는 전압 강하를 발생시킨다. 이 전압 강하에 기초하여, 검출 회로(18)는 4.28volts의 신호 Vout을 출력한다. 이 출력 전압에 기초하여, 디코딩 회로(도시되지 않음)는 센서 S3을 제외한 센서들 S1 및 S2는 활성화되어야만 한다고 결정한다. 도 1의 표는 임의의 소정의 시간에 활성화된 센서들의 각각의 고유한 조합에 대해 고유한 출력 V_{out}이 발생됨을 도시한다. 임의의 특정 시간에서의 V_{out}의 값에 기초하여, 디코딩 회로는 어느 개별적인 센서들 또는 센서들의 조합이 해당 시간에 활성화되어 있는지를 결정한다.

도 2A 및 도 2B는 본 발명의 제2 실시예를 도시하며, 본 실시예에서는 전계 효과 센서에 대한 임시 로컬 전원 공급기로서 캐패시터가 사용된다. 도 2A를 참조하면, 전계 효과 센서(100)의 전원 입력(102)은 절연 다이오드(110)를 통해 라인(108)을 경유하여 펄스 발생 및 검출 회로에 연결된다. 바람직한 실시예에 있어서, 펄스 발생 및 검출 회로는 라인(108)이 접속되는 재구성가능한 포트(104)를 갖는 마이크로컴퓨터(106)로서 구현된다. 전계 효과 센서(100)의 출력(112)은 스위칭 저항기(114) 및 FET(116)를 통해 포트(104)에 연결된다. 포트(104)는 이하에서 기술되는 바와 같이 입력 포트 및 출력 포트로서 선택적으로 기능한다. 캐패시터(117)는 접지와, 노드 커플링 다이오드(110) 및 센서(100)의 전원 입력(102)과의 사이에 연결된다. 접지와, 노드 커플링 센서(100) 출력(112) 및 FET(116)의 게이트와의 사이에 풀-다운 저항기(118)가 연결된다. 본 예에서는 5V 소스인 전위의 소스에 풀-업 저항기(120)의 제1 단자가 접속된다. 풀-업 저항기(120)의 제2 단자는 라인(108)에 접속된다. 풀-업 저항기(120)는 마이크로컴퓨터(106)로부터 떨어진 분리된 컴포넌트로서 도시된다. 대안으로, 풀-업 저항기(120)는 당업자에게 알려진 대로, 마이크로컴퓨터(106)와 일체가 될 수 있고, 또는 다르게는 마이크로컴퓨터(106)에 의해 그 기능이 제공될 수 있다.

포트(104)를 출력 포트로서 구성하여, 마이크로컴퓨터(106)는 라인(108)을 경유하여 포트(104) 및 절연 다이오드(110)를 통해 펄스를 출력한다. 이 펄스는 센서(100)에 전원을 공급하여 캐패시터(117)를 충전시킨다. 그 후의 펄스-없음 조건에서, 캐패시터(117)에 저장된 에너지는 짧은 기간 동안 센서(100)에 계속해서 전원을 공급한다. 이 기간 중에, 포트(104)를 입력 포트로서 재구성하여, 마이크로컴퓨터(106)는 라인(108)으로부터 데이터를 판독한다.

센서(100)가 활성화되지 않는 경우에는, 센서(100)의 출력(112)은 로우(low)이고 FET(116)는 "오프" 상태에 있다. 이 상태에서, FET(116)를 통하여 전류가 흐르지 않는다. 따라서, 라인(108)에서의 전위는 5V이다. 마이크로컴퓨터(106)는 포트(104)(포트(104)는 입력 포트로서 구성됨)를 통해 이 전압을 감지하고, 감지된 전압에 기초하여, 센서(100)가 활성화된 조건에 있지 않다고 판정한다.

센서(100)가 활성화된 경우에는, 센서(100)의 출력은 하이(high)이고, FET(116)를 "온" 상태로 전환한다. 이 상태에서, 전류는 5V 소스로부터 FET(116)를 통해 접지로 흐른다. 풀-업 저항기(120) 및 스위칭 저항기(114)는 전압 분배기로서 기능하며, 이들 2개의 저항기들 사이의 노드에서의 전압은 0V와 5V 사이이다. 마이크로컴퓨터(106)는 포트(104)(포트(104)는 입력 포트로서 구성됨)를 통해 이 전압을 감지하며, 감지된 전압에 기초하여, 센서(100)가 활성화된 조건에 있다고 판정한다.

도 2B를 참조하면, 본 발명의 본 실시예의 원리들을 적용하여 단일 펄스 발생 및 검출 회로를 사용하여 다중 센서들(100)을 동작시키고 판독할 수 있다. 도 2B는 제2 센서(100'), 및 라인(108)과 포트(104)를 통해 마이크로프로세서(106)에 연결된 대응하는 회로(즉, 센서 입력(102'), 센서 출력(112'), 캐패시터(117'), 다이오드(110'), FET(116'), 스위칭 저항기(114'), 및 풀-다운 저항기(118'))를 도시한 점에서 도 2A와 다르다. 센서(100')에 대응하는 회로는 스위칭 저항기들(114 및 114')이 상이한 저항값을 가진다는 점만을 제외하면, 일반적으로 센서(100)에 대응하는 회로와 동일하다. 따라서, 센서(100)가 활성화되고 센서(100')는 활성화되지 않는 경우에는, 풀-업 저항기(120)과 스위칭 저항기들(114 및 114')과의 사이의 노드에는 제1 전압이 존재한다. 이 제1 전압의 값에 기초하여, 마이크로프로세서(106)는 센서(100)가 활성화된 조건에 있으며 센서(100')는 활성화된 조건에 있지 않다고 판정한다. 마찬가지로, 센서(100')가 활성화되고 센서(110)는 활성화되지 않으면, 풀-업 저항기(120)과 스위칭 저항기들(114 및 114') 사이의 노드에는 제2 전압이 존재한다. 이 제2 전압의 값에 기초하여, 마이크로프로세서(106)는 센서(100')가 활성화된 조건에 있으며 센서(100)는 활성화된 조건에 있지 않다고 판정한다. 마찬가지로, 양쪽 센서들(100 및 100')이 활성화된 경우에는, 풀-업 저항기(120)과 스위칭 저항기들(114 및 114')과의 사이의 노드에 제3 전압이 존재한다. 이 제3 전압의 값에 기초하여, 마이크로프로세서(106)는 양쪽 센서들(100 및 100')이 모두 활성화된 조건에 있다고 판정한다. 당업자들이 알 수 있는 바와 같이, 추가의 센서들 및 대응하는 회로를 라인(108)에 연결하여 이 방식으로 동작시키고 판독할 수 있다.

도 3은 본 발명의 제3 실시예를 도시하며 본 실시예에서 센서(200)의 전원 입력(202)이 라인(208)을 통해 펄스 발생 및 검출 회로, 예를 들어 마이크로컴퓨터(206)에 연결되고, 센서(200)의 출력(212)은 FET(216) 및 부하 저항기(214)를 통해 라인(208)에 연결된다. 풀-다운 저항기(218)는 접지와, 노드 커플링 센서(200) 출력(212)과 FET(216)의 게이트와의 사이에 연결된다. 풀-업 저항기(220)의 제1 단자는 전압 소스, 예를 들어 5V 소스에 접속되며, 풀-업 저항기(220)의 제2 단자는 라인(208)에 접속된다. 부하 저항기(214) 및 풀-업 저항기(220)는 각각 바람직하게는 약 100ohms의 값을 갖는다. 도 2A 및 도 2B에서와 같이, 풀-업 저항기(220)는 마이크로컴퓨터(206)와는 떨어진 분리된 컴포넌트로서 도시된다. 대안으로, 풀-업 저항기(220)는, 당업자에게 알려진 대로, 마이크로컴퓨터(206)와 일체가 될 수 있고, 또는 다르게는 마이크로컴퓨터(206)에 의해 그 기능이 제공될 수 있다.

센서(200)가 활성화되지 않는 경우에는, 그 출력(212)은 로우이다. 따라서, FET(216)는 "오프" 상태에 있다. 이 조건에서, 마이크로컴퓨터(206)로부터 제공된 풀(full) 전압을 센서(200)에 인가한다. 센서(200)가 활성화되는 경우에는, 출력(212)은 하이이고, 트랜지스터(216)를 "온" 상태로 전환한다. 이 조건에서, 풀-업 저항기(220) 및 부하 저항기(214)는 전압 분배기를 형성하고, 센서(200)에 인가된 전압은 부하 저항기(214)를 가로지르는 전압 강하와 실질적으로 동일하다. 마이크로컴퓨터(206)는 센서(200)에 인가된 전압을 감지하고, 이에 따라 센서(200)가 활성화되어 있는지 아닌지의 여부를 판정한다.

대안의 실시예에서는, 풀-업 저항기(220)를 생략하거나 및/또는 센서(200)가 활성화되어 있는지 아닌지의 여부를 검출하기 위해 전류 감지 기술을 이용할 수 있다. 전술한 바와 같이, 센서(200)가 활성화되지 않은 경우에는, FET(216)는 "오프" 상태에 있으며 라인(208)을 통하는 유일한 전류는 센서(200)에 전원을 공급하기 위해 필요한 무시할만한 전류이다. 마이크로컴퓨터(206)는 이 조건을, 개방된 콘택트를 갖는 기계식 스위치에서처럼, 개방 회로로서 지각한다. 센서(200)가 활성화되는 경우에는, 트랜지스터(216)는 "온" 상태에 있고, 전류가 부하 저항기(214)를 통하게 한다. 마이크로컴퓨터(206)는 증가된 전류를 검출하여 센서(200)가 활성화되었는지를 판정한다. 실제로, 부하 저항기를 충분히 낮은 저항값, 예를 들어 100ohms을 갖도록 선택하면, 마이크로컴퓨터(206)는 부하 저항기(214)를 통한 전류를, 개방된 콘택트를 갖는 기계식 스위치에서처럼, 데드 쇼트(dead short)로서 지각한다.

도 4는 본 발명의 제4 실시예를 도시하며, 본 실시예에서는 배터리(320)가 센서(300)에 전원을 제공한다. 센서(300)의 출력(312)은 FET(316)의 게이트 및 풀-다운 저항기(318)에 연결된다. 센서(300)가 활성화되지 않으면, 출력(312)은 로우

이고, FET(316)는 "오프" 상태에 있으며, 개방 콘택트들을 갖는 기계식 스위치를 모방한다. 센서(300)가 활성화되는 경우에는, 출력(312)이 하이이고, FET(316)를 "온" 상태로 전환하고, 폐쇄 콘택트들을 갖는 기계식 스위치를 모방한다. 배터리(320)를 갖는 센서(300)는 기계식 스위치에 제공되는 것 이상의 임의의 배선을 필요로 하지 않기 때문에, 이것을 기계식 스위치에 대한 드롭인 교체품으로서 사용할 수 있다. 센서 입력 및 출력을, 이전의 기계식 스위치가 접속되었던 동일한 배선들에 간단하게 접속할 수 있다.

본 발명의 여러 실시예들이 위에서 도시되고 기술되었지만, 당업자들이 본 발명의 사상으로부터 벗어나지 않으면서 다수의 변경을 행할 수 있음은 명백하며, 본 발명의 범위는 이하의 특허청구범위에 의해 정의된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

복수의 전계 효과 센서에 2개의 배선들을 통해 전원을 공급하고 그로부터 데이터를 판독하는 장치로서,

전원 공급기;

상기 전원 공급기의 제1 단자에 연결된 제1 전원 단자 및 상기 전원 공급기의 제2 단자에 연결된 제2 전원 단자를 갖는 제1 전계 효과 센서;

상기 제1 전계 효과 센서의 출력 단자에 연결된 제1 단자 및 상기 전원 공급기의 상기 제2 단자에 연결된 제2 단자를 갖는 제1 부하 저항기;

상기 전원 공급기의 제1 단자에 연결된 제1 전원 단자 및 상기 전원 공급기의 제2 단자에 연결된 제2 전원 단자를 갖는 제2 전계 효과 센서;

상기 제2 전계 효과 센서의 출력 단자에 연결된 제1 단자 및 상기 전원 공급기의 상기 제2 단자에 연결된 제2 단자를 갖는 제2 부하 저항기; 및

상기 제1 및 제2 전계 효과 센서들의 상태를 결정하는 수단

을 포함하는 장치.

청구항 2.

전계 효과 센서에 2개의 배선들을 통해 전원을 공급하고 그로부터 데이터를 판독하는 장치로서,

입력 포트 및 출력 포트로서 선택적으로 구성가능한 포트를 갖는 마이크로컴퓨터;

제1 전원 단자 및 출력 단자를 갖는 전계 효과 센서 - 상기 전계 효과 센서의 상기 제1 전원 단자는 상기 포트에 연결됨 - ;

상기 전계 효과 센서의 상기 제1 전원 단자와 상기 포트 사이에 연결된 다이오드;

상기 전계 효과 센서의 상기 제1 전원 단자에 연결된 캐패시터; 및

상기 포트에 연결된 전원 단자를 갖는 트랜지스터 - 상기 전계 효과 센서의 상기 출력 단자는 상기 트랜지스터의 제어 단자에 연결됨 -

를 포함하는 장치.

청구항 3.

전계 효과 센서에 2개의 배선들을 통해 전원을 공급하고 그로부터 데이터를 판독하는 장치로서,

출력 포트를 갖는 마이크로컴퓨터;

제1 전원 단자 및 출력 단자를 갖는 전계 효과 센서 - 상기 전계 효과 센서의 상기 제1 전원 단자는 상기 출력 포트에 연결됨 -;

상기 포트에 연결된 전원 단자를 갖는 트랜지스터;

상기 트랜지스터의 상기 전원 단자와 상기 포트 사이에 연결된 부하 저항기 - 상기 전계 효과 센서의 상기 출력 단자는 상기 트랜지스터의 제어 단자에 연결됨 -

를 포함하는 장치.

청구항 4.

전계 효과 센서에 2개의 배선들을 통해 전원을 공급하고 그로부터 데이터를 판독하는 장치로서,

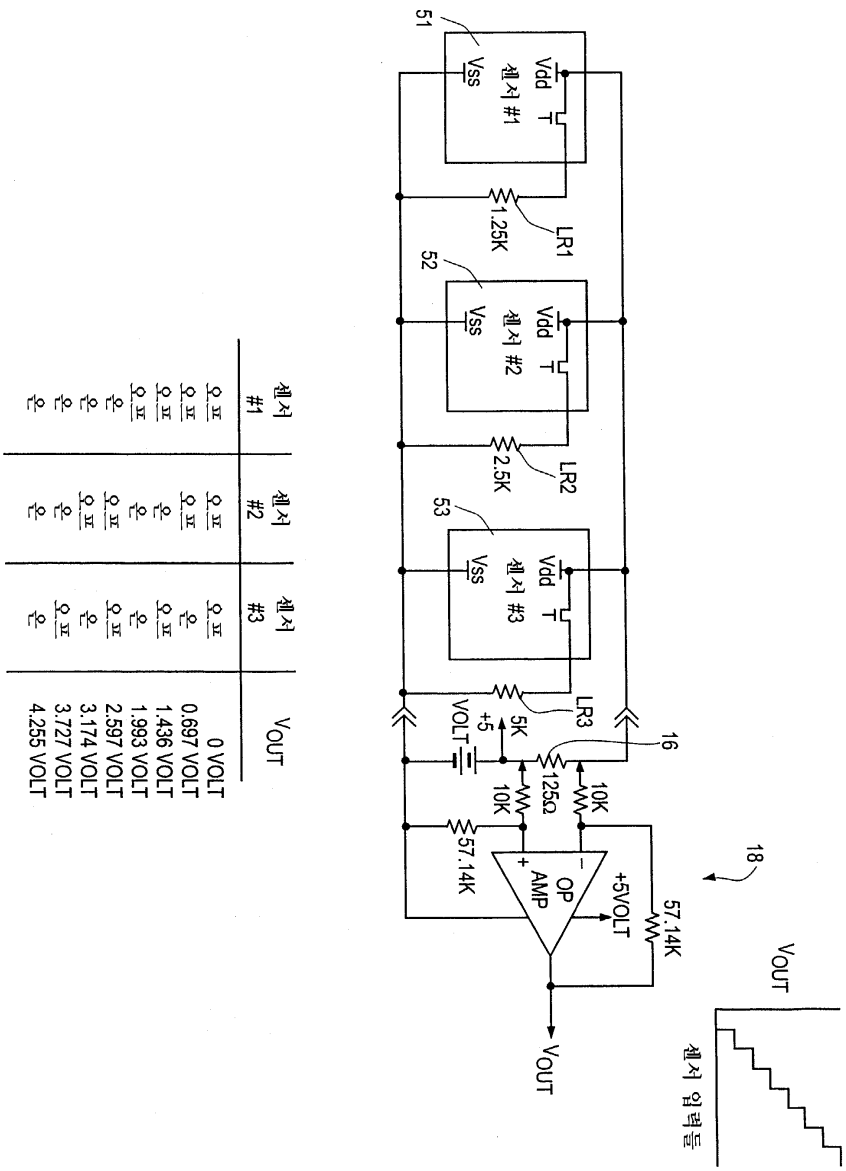
제1 전원 단자 및 출력 단자를 갖는 전계 효과 센서; 및

상기 전계 효과 센서의 상기 제1 전원 단자에 연결된 배터리

를 포함하는 장치.

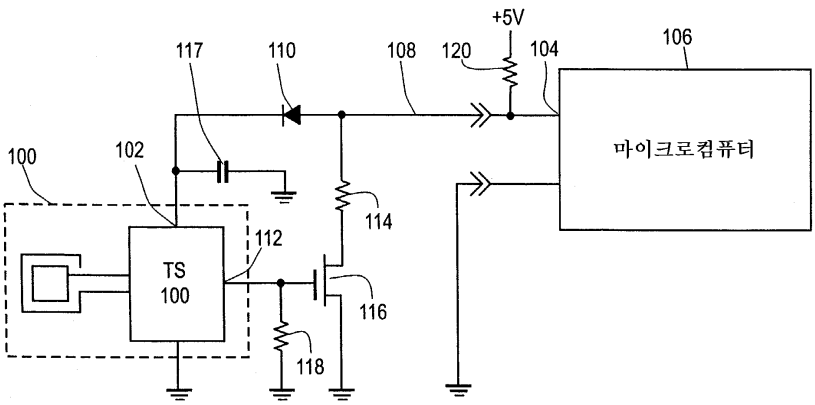
도면

도면1

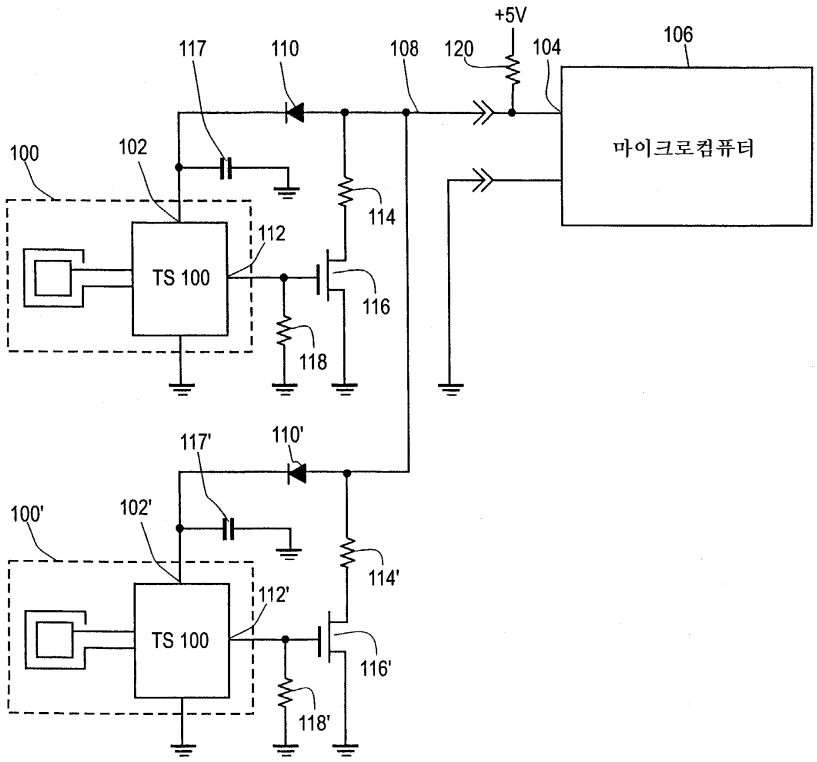


센서 #1	센서 #2	센서 #3	VOUT
오프	오프	오프	0 VOLT
오프	오프	온	0.697 VOLT
오프	온	오프	1.436 VOLT
오프	온	온	1.993 VOLT
온	오프	오프	2.597 VOLT
온	오프	온	3.174 VOLT
온	온	오프	3.727 VOLT
온	온	온	4.255 VOLT

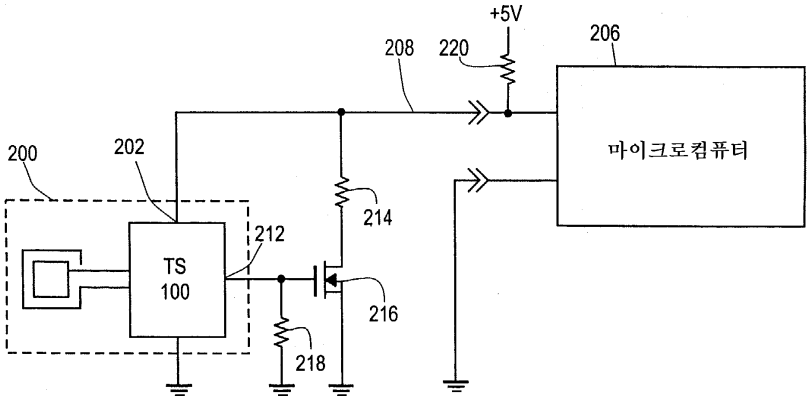
도면2A



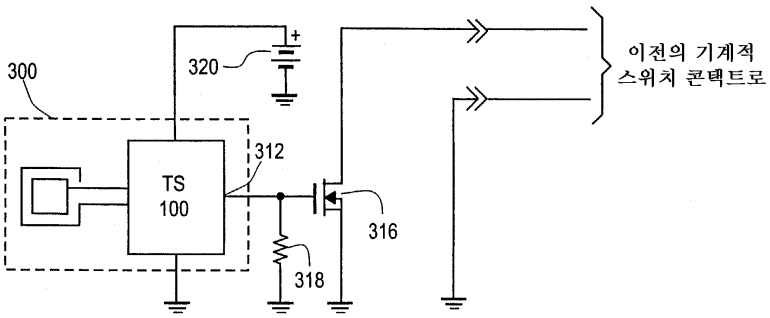
도면2B


+5V
117
110
108
120
104
106
마이크로컴퓨터
100
102
112
TS 100
114
116
118
117'
110'
100'
102'
112'
TS 100
114'
116'
118'

도면3


+5V
208
220
206
마이크로컴퓨터
200
202
212
TS
100
214
216
218

도면4


300
320
+
312
TS
100
316
318
이전의 기계적
스위치 콘택트로