



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G01L 1/18 (2006.01) G01L 5/16 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년07월18일 10-0740669 2007년07월11일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2005-0073927 2005년08월11일 2005년08월11일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2007-0019204 2007년02월15일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(73) 특허권자                    한국표준과학연구원  
                                      대전 유성구 도룡동 1

(72) 발명자                        김중호  
                                      대전광역시 서구 탄방동 65-5번지 은혜주택 301호

                                      박연규  
                                      대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 210동 903호

                                      김민석  
                                      대전광역시 유성구 신성동 145-8 오렌지빌라 102호

                                      최재혁  
                                      대전 유성구 전민동 삼성푸른아파트 103동 503호

                                      강대임  
                                      대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 506-703

(74) 대리인                        특허법인 엘엔케이

(56) 선행기술조사문헌 US 4839512 A JP 07-190870 A	US 4526043 A JP 62-206423 A
---	--------------------------------

심사관 : 이정학

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 3축 힘센서들로 구성된 촉각센서의 신호 처리 장치

(57) 요약

본 발명은 촉각 센서의 신호 처리 장치에 관한 것으로, 특히 3축 힘센서들로 구성된 촉각센서의 출력 신호를 안정적으로 획득하기 위한 신호 처리 장치에 관한 것이다. 이를 위해 본 발명은 3축 힘센서를 구성하는 4개의 저항의 일측 단자가 하나의 공통된 서브 입력라인에 연결되고, 상기 4개의 저항의 타측 단자가 각각 서브 출력라인에 연결되며, 입출력 채널수에 따라 소정 갯수의 서브 입력라인과 서브 출력라인이 각각 하나의 공통된 메인 입력라인과 메인 출력라인에 연결되는 다수의 3축 힘센서로 구성된 촉각센서의 메인 입력라인중 어느 하나와 전원단자를, 상기 촉각센서의 메인 출력라인중 어느 하나와

나와 출력단자를 각각 연결하는 입출력측 멀티플렉서와; 상기 입출력측 멀티플렉서의 동작을 제어하는 제어부와; 상기 출력단자에 접속되며 측정 대상인 저항의 순수 저항변화를 검출하는 전압 검출부와; 상기 전압 검출부의 출력 전압을 소정 레벨로 증폭하는 전압 증폭부를 구비하는 것을 특징으로 한다.

**대표도**

도 7

**특허청구의 범위**

**청구항 1.**

3축 힘센서를 구성하는 4개의 저항의 일측 단자가 하나의 공통된 서브 입력라인에 연결되고, 상기 4개의 저항의 타측 단자가 각각 서브 출력라인에 연결되며, 입출력 채널수에 따라 소정 갯수의 서브 입력라인과 서브 출력라인이 각각 하나의 공통된 메인 입력라인과 메인 출력라인에 연결되는 다수의 3축 힘센서로 구성된 측각센서의 신호 처리 장치에 있어서:

상기 측각센서의 메인 입력라인중 어느 하나와 전원단자를, 상기 측각센서의 메인 출력라인중 어느 하나와 출력단자를 각각 연결하는 입·출력측 멀티플렉서와;

상기 입·출력측 멀티플렉서의 동작을 제어하는 제어부와;

상기 출력단자에 접속되며 측정 대상인 저항의 순수 저항변화를 검출하는 전압 검출부와;

상기 전압 검출부의 출력 전압을 소정 레벨로 증폭하는 전압 증폭부를 구비하는 것을 특징으로 하는 측각 센서의 신호 처리 장치.

**청구항 2.**

청구항1에 있어서,

상기 전압 증폭부의 출력 전압을 버퍼링하는 버퍼를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 측각 센서의 신호 처리 장치.

**청구항 3.**

청구항1에 있어서, 상기 전압 검출부는,

상기 출력단자의 출력이 부(-) 입력단자로 인가되고, 정(+) 입력단자로는 측정 대상인 저항에 연결된 메인 입력라인 이외의 입력라인으로 인가되는 전압과 동일한 크기의 전압이 인가되는 제1 연산증폭기를 포함하는 것을 특징으로 하는 측각 센서의 신호 처리 장치.

**청구항 4.**

청구항3에 있어서, 상기 제1 연산증폭기의 출력단자와 부(-) 입력단자 사이에 접속된 귀환 저항(Rf)의 저항치는, 동일한 저항값을 갖는 4개의 저항으로 구성된 3축 힘센서의 저항값 중 하나의 저항값과 동일한 것을 특징으로 하는 측각 센서의 신호 처리 장치.

**청구항 5.**

청구항1 또는 청구항3에 있어서, 상기 전압 증폭부는,

각 저항의 오프셋에 따라 기설정된 소정 크기의 보상전압을 증폭하여 기준전압을 생성하는 제2 선형증폭기와;

상기 기준전압이 정(+) 입력단자로 인가되고, 부(-) 입력단자로는 전압 검출부의 출력이 인가되는 제3 선형증폭기를 포함하는 것을 특징으로 하는 측각 센서의 신호 처리 장치.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

##### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 측각센서의 신호 처리 장치에 관한 것으로, 특히 3축 힘센서들로 구성된 측각센서의 출력신호를 안정적으로 획득하기 위한 신호 처리 장치에 관한 것이다.

현재 접촉을 통한 주변 환경 정보, 즉 접촉력, 진동, 표면 거칠기, 열전도에 따른 온도변화 등의 정보를 획득하는 측각기능은 차세대 정보수집 매체로 인식되고 있으며, 또한 측각 감각을 대체할 수 있는 생체모방형 측각센서가 혈관내의 미세수술, 암진단 등의 각종 의료진단 및 시술에 사용될 뿐만 아니라 향후 가상환경 구현기술에서 중요한 측각 제시 기술에 적용될 수 있기 때문에 그 중요성이 더해지고 있다.

상기 생체모방형 측각센서로는 이미 산업용 로봇의 손목에 사용되고 있는 6자유도의 힘/토크 센서와 로봇의 그립퍼(gripper)용으로 접촉력 및 순간적인 미끄러짐을 감지할 수 있는 센서가 개발되고 있다.

도 1은 웨이퍼상에 미세 가공기술(MEMS)로 제작된 3축 힘센서(P)를 도시한 것으로, Fx, Fy, Fz 세 방향의 하중을 받고 있는 사각형 모양의 박막형 힘 감지부로 구성된다.

즉, 상기 힘센서(P)의 힘 감지부는 하중블록(load block)(1)과 전체 구조를 지지하는 지지블록(side block)(2) 및 과하중(overload)이 전달되었을 때 막의 파괴를 방지하기 위하여 하중블록(1)과 접촉되는 실리콘 미세 가공기술로 제작된 과하중 보호블록(overload protection)(3)으로 구성된다.

한편, 상기 하중블록(1)의 일측에 저항(4)을 배치하여 하중블록(1)에 전달되는 하중에 따라 변하는 저항(4)의 저항치를 측정하여 외부 물체와의 접촉력(수직력, 수평력)을 측정하게 된다.

도 2는 상기된 힘센서(P) 4개로 이루어진 측각센서를 나타낸 평면도로, 힘센서(P)의 하중블록(1)의 상하좌우에 4개의 저항(4)이 배치되어 있다.

도 3은 도 2에 도시된 측각센서의 입출력 배선의 배치 예를 나타낸 도면으로, 하나의 힘센서(P)에 8개의 입출력 배선이 필요하므로, 4개의 힘센서(P)를 위하여 총 32개의 입출력 배선이 배치되어 있다.

그러나, 이와 같은 배선 방식을 이용하면 힘센서(P)의 수가 적은 경우에는 입출력 배선의 배치에 어려움이 없지만 수백개의 힘센서(P)를 집적하는 경우에는 입출력 배선의 배치에 많은 어려움이 발생하게 된다.

이에 본 발명자는 특허출원 제2004-70033호를 통해 측각센서의 입출력 배선을 보다 효율적으로 배치할 수 있는 배선 방식을 제안하였다.

즉, 도 4에 도시된 것처럼 각 힘센서(P)의 하중블록의 상하좌우에 각각 배치된 제1저항(R1), 제2저항(R2), 제3저항(R3) 및 제4저항(R4)의 일측 단자를 하나의 공통된 서브 입력라인(SUB\_IN)에 연결하고, 상기 4개의 저항의 타측 단자를 각각 서브 출력라인(SUB\_OUT)에 연결하였다.

또한, 입출력 채널수에 따라 소정 갯수의 서브 입력라인(SUB\_IN)을 하나의 공통된 메인 입력라인에 연결하고, 소정 갯수의 서브 출력라인(SUB\_OUT)을 하나의 공통된 메인 출력라인에 연결하는 방식으로 다수의 힘센서(P)의 저항을 메인 입출력 라인에 연결하였다.

도 5는 상기된 배선 방식을 이용하여 입출력 배선을 배치한 8x8 채널(3축 힘센서 어레이 : 4x4) 촉각센서와 그 등가회로를 나타낸 도면이다.

도면에 도시된 것처럼, 각 힘센서(P)의 하중블럭의 상하좌우에 각각 배치된 4개의 저항의 일측 단자가 하나의 공통된 서브 입력라인(SUB\_IN)에 연결되고, 상기 4개의 저항의 타측 단자가 각각 서브 출력라인(SUB-OUT)에 연결되어 있으며, 2개의 서브 입력라인(SUB\_IN)이 하나의 공통된 메인 입력라인(MAIN\_IN)에 연결되고, 8개의 서브 출력라인(SUB\_OUT)이 하나의 공통된 메인 출력라인(MAIN\_OUT)에 연결되어 있다.

그러나, 상기와 같이 구성된 촉각센서는 각 저항의 오프셋으로 인해 각 저항의 변화량을 안정되게 측정하기 어려울 뿐만 아니라 미세한 저항 변화량을 측정할 수 없다. 또한 촉각센서가 외부 물체와 접촉하는 경우에는 주변 저항이 동시에 변할 수 있으므로, 다른 저항의 변화에 간섭받을 수 있다.

따라서 미세한 저항 변화량을 검출할 수 있고, 다른 저항 변화에 간섭받지 않으며 원하는 저항의 변화만을 획득할 수 있는 신호 처리 장치가 요구된다.

또한, 출력라인에서 측정되는 전압을 단순 증폭하는 경우에 A/D 변환기에서 인식할 수 있는 전압 범위를 넘어갈 수 있으므로, 증폭되는 출력전압을 A/D 변환기가 인식할 수 있는 전압 범위로 보상할 필요가 있다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이에 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 발명된 것으로, 각 저항의 변화량을 독립적으로 측정 가능하며, 또한 출력라인에서 측정되는 전압을 안정적으로 증폭할 수 있는 3축 힘센서들로 구성된 촉각 센서의 신호 처리 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 신호 처리 장치는, 3축 힘센서를 구성하는 4개의 저항의 일측 단자가 하나의 공통된 서브 입력라인에 연결되고, 상기 4개의 저항의 타측 단자가 각각 서브 출력라인에 연결되며, 입출력 채널수에 따라 소정 갯수의 서브 입력라인과 서브 출력라인이 각각 하나의 공통된 메인 입력라인과 메인 출력라인에 연결되는 다수의 3축 힘센서로 구성된 촉각센서의 신호 처리 장치에 있어서: 상기 촉각센서의 메인 입력라인중 어느 하나와 전원단자를, 상기 촉각센서의 메인 출력라인중 어느 하나와 출력단자를 각각 연결하는 입출력측 멀티플렉서와; 상기 입출력측 멀티플렉서의 동작을 제어하는 제어부와; 상기 출력단자에 접속되며 측정 대상인 저항의 순수 저항변화를 검출하는 전압 검출부와; 상기 전압 검출부의 출력 전압을 소정 레벨로 증폭하는 전압 증폭부를 구비하는 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은 신호의 안정성을 위하여 상기 전압 증폭부의 출력 전압을 버퍼링하는 버퍼를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한 상기 전압 검출부는, 상기 출력단자의 출력이 부(-) 입력단자로 인가되고, 정(+) 입력단자로 측정 대상인 저항에 연결된 메인 입력라인 이외의 입력라인으로 인가되는 전압과 동일한 크기의 전압이 인가되는 제1 연산증폭기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 제1 연산증폭기의 출력단자와 부(-) 입력단자 사이에 접속된 귀환 저항의 저항치는 가능한 힘센서를 구성하는 저항의 저항치와 동일한 것을 특징으로 한다.

또한 상기 전압 증폭부는, 소정 크기의 보상전압을 증폭하여 기준전압을 생성하는 제2 선형증폭기와; 상기 기준전압이 정(+) 입력단자로 인가되고, 부(-) 입력단자로 전압 검출부의 출력이 인가되는 제3 선형증폭기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

### 발명의 구성

이하 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

도 6 및 도 7은 본 발명에 따른 측각 센서의 신호 처리 장치의 일 예를 나타낸 도면으로, 도 6은 8x8 채널 측각센서의 메인 입출력 라인과 전원단자 및 출력단자간의 연결관계를 나타낸 도면이고, 도 7은 도 6의 입출력측 멀티플렉서와 제어부를 생략한 것으로, 도면부호 A로 표시된 저항의 저항변화를 측정하는 경우의 예를 나타낸 도면이다.

도 6에 도시된 것처럼, 각각의 3축 힘센서(P)의 상하좌우에는 4개의 저항(R)이 배치되어 있는데, 이 저항(R)의 일측 단자는 하나의 공통된 서브 입력라인(SUB\_IN)에 연결되고, 상기 4개의 저항(R)의 타측 단자는 각각 서브 출력라인(SUB\_OUT)에 연결되어 있으며, 2개의 서브 입력라인(SUB\_IN)이 하나의 공통된 메인 입력라인(MAIN\_IN)에 연결되고, 8개의 서브 출력라인(SUB\_OUT)이 하나의 공통된 메인 출력라인(MAIN\_OUT)에 연결되어 있다.

또한, 각각의 메인 입력라인(MAIN\_IN)은 입력측 멀티플렉서(10)를 통해 전원단자에 연결되고, 각각의 메인 출력라인(MAIN\_OUT)은 출력측 멀티플렉서(20)를 통해 출력단자에 접속되어 있는데, 상기 입력측 멀티플렉서(10,20)는 제어부(30)의 제어에 따라 동작하여 각각 메인 입력라인과 전원단자를, 메인 출력라인과 출력단자를 연결한다.

상기된 출력단자에는 측정 대상인 저항의 순수 저항변화를 검출하는 전압 검출부와, 상기 전압 검출부의 출력 전압을 소정 레벨로 증폭하는 전압 증폭부 및 상기 전압 증폭부의 출력 전압을 버퍼링하는 버퍼가 순차적으로 접속되어 있다.

즉, 도 7에 도시된 것처럼, 상기 출력단자의 출력은 전압 검출부를 구성하는 제1 연산증폭기(OPAMP1)의 부(-) 입력단자로 인가되고, 상기 제1 연산증폭기(OPAMP1)의 정(+) 입력단자에는 측정 대상인 저항(A)에 연결된 메인 입력라인 이외의 입력라인으로 인가되는 전압과 동일한 크기의 전압이 인가된다.

본 실시예에서는 상기 제1 연산증폭기(OPAMP1)의 정(+) 입력단자에  $V_G$ 의 전압을 인가하고, 측정 대상인 저항(A)에 연결된 메인 입력라인 이외의 입력라인에는  $V_{GND}$ 의 전압을 인가하는데,  $V_{GND}$ 와  $V_G$ 는 모두 같은 전압을 나타낸다.

또한, 상기 제1 연산증폭기(OPAMP1)의 출력단자와 부(-) 입력단자 사이에 접속된 귀환 저항(Rf)의 저항치는, 동일한 저항값을 갖는 4개의 저항(R)으로 구성된 3축 힘센서(P)의 저항값 중 하나의 저항값과 동일하게 설정되는 것이 바람직하다.

한편, 상기 전압 검출부의 출력 전압을 소정 레벨로 증폭하는 전압 증폭부는 각 저항의 오프셋에 따라 기 설정된 소정 크기의 보상전압(Vcomp)을 증폭하여 기준전압(V1)을 생성하는 제2 선형증폭기(OPAMP2)와, 상기 기준전압(V1)이 정(+) 입력단자로 인가되고, 저항(Rff2)을 통해 전압 검출부의 출력전압(V2)이 부(-) 입력단자로 인가되는 제3 선형증폭기(OPAMP3)를 포함한다. 여기서, 상기 보상전압(Vcomp)은 미도시된 D/A 컨버터를 통해 인가되도록 구성된다.

또한, 상기 제3 선형증폭기(OPAMP3)의 출력단에는 신호의 안정성을 위해 제3 선형증폭기(OPAMP3)의 출력전압(V3)을 버퍼링하는 버퍼인 제4 선형증폭기(OPAMP4)가 접속되어 있다.

다음에는 상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 신호 처리 장치의 동작방법을 도 8을 통해 상세히 설명한다.

도 8에 도시된 것처럼, 예를 들어 도면부호 A로 표시된 저항의 저항변화를 측정하는 경우, 제어부(30)의 제어에 따라 입력측 멀티플렉서(10)가 구동하여 A 저항과 연결된 메인 입력라인으로는 3V의 전원을 인가하고 그 이외의 메인 입력라인에는 제1 연산증폭기(OPAMP1)의 정(+) 입력단자로 인가되는 전압과 동일한 크기의 전압을 인가한다. 도 8에서는 해당하는 전압부분에 접지를 한 것을 보여 준다.

또한, 제어부(30)는 출력측 멀티플렉서(20)를 구동하여 A 저항과 연결된 메인 출력라인을 제1 연산증폭기(OPAMP1)의 부(-) 입력단자에 접속하는데, 이와 같이 접속하면 다른 저항의 저항변화에 간섭받지 않고 A 저항만의 순수한 저항변화를 검출할 수 있다.

이와 같이 A 저항의 저항변화에 따라 측정된 제1 연산증폭기(OPAMP1)의 출력전압(V2)은 전압 증폭부의 제3 연산증폭기(OPAMP3)에 의해 증폭되는데, 상기 제3 연산증폭기(OPAMP3)는 입력 전압을 100배로 증폭함에 따라 제1 연산증폭기(OPAMP1)의 출력전압(V2)을 단순 증폭하면 A/D 변환기에서 인식할 수 있는 전압 범위를 넘어가게 된다.

따라서, 본 실시예에서는 제2 선형증폭기(OPAMP2)를 통해 소정 크기의 보상전압(Vcomp)을 증폭하여 기준전압(V1)을 생성하고, 이를 제3 선형증폭기(OPAMP3)의 정(+) 입력단자로 인가하며, 제3 선형증폭기(OPAMP3)의 부(-) 입력단자로 저항(Rff2)을 통해 제1 선형증폭기(OPAMP1)의 출력전압(V2)을 인가하여 차동 증폭함으로써 A/D 변환기에서 인식할 수 있는 전압 범위내로 제1 선형증폭기(OPAMP1)의 출력전압(V2)을 증폭한다.

즉, 제3 선형증폭기(OPAMP3)의 출력전압(V3)은 다음의 수학적식1에 의해 결정된다.

**수학적식 1**

$$V3 = -Rf2/Rff2*(V2-V1)+ V1$$

여기서, Rf2는 제3 연산증폭기(OPAMP3)의 출력단자와 부(-) 입력단자 사이에 접속된 귀환 저항이다.

상기된 수학적식1로부터 보상전압(Vcomp)을 통해 기준전압(V1)을 조절하고, 이를 통해 제3 연산증폭기(OPAMP3)의 출력전압(V3)의 크기를 조정할 수 있음을 알 수 있다.

이와 같이 A/D 변환기에서 인식할 수 있는 전압 범위내로 증폭된 제3 연산증폭기(OPAMP3)의 출력전압(V3)은 버퍼인 제4 연산증폭기(OPAMP4)를 통해 버퍼링된 후, A/D 변화기로 입력된다.

도 9는 본 발명에 따른 촉각 센서의 신호 처리 장치의 다른 예를 나타낸 도면으로, 입력측 멀티플렉서를 통해 메인 입력라인과 전원단자를 연결하는 구성을 제외하고는 상기된 실시예와 그 구성이 동일하다.

즉, 상기된 실시예에서는 제1 연산증폭기(OPAMP1)의 정(+) 입력단자에 인가되는 전압과 동일한 크기의 전압이 측정 대상인 저항(A)에 연결된 메인 입력라인 이외의 메인 입력라인으로 인가되도록 구성됨에 따라 그 구조가 다소 복잡할 수 있으나, 본 실시예와 같이 메인 입력라인을 접지시키고 이와 병렬로 입력측 멀티플렉서를 통해 측정하고자 하는 저항(A)으로만 전원(V<sub>IN</sub>)이 인가되도록 구성한다면 멀티플렉서 제어 측면에서 그 구조를 좀 더 단순화시킬 수 있다.

**발명의 효과**

상기와 같이 본 발명은 각 저항의 오프셋을 제거하면서 출력라인에서 측정되는 전압의 증폭을 안정적으로 수행할 수 있음에 따라 신뢰성 있는 측정 결과를 얻을 수 있다.

앞에서 설명되고 도면에 도시된 본 발명의 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 한정하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상을 다양한 형태로 개량 변경하는 것이 가능하므로, 개량 및 변경은 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호 범위에 속하게 될 것이다.

**도면의 간단한 설명**

- 도 1은 미세 가공기술로 제작된 일반적인 3축 힘센서의 단면도,
- 도 2는 도 1에 도시된 힘센서 4개로 이루어진 촉각센서를 나타낸 평면도,
- 도 3은 도 2에 도시된 촉각센서의 입출력 배선의 배치 예를 나타낸 도면,
- 도 4는 촉각센서의 입출력 배선의 다른 배치 예를 나타낸 도면,
- 도 5는 도 4에 도시된 배선 방식을 이용한 8x8 채널 촉각센서와 그 등가회로를 나타낸 도면,
- 도 6 및 도 7은 본 발명에 따른 촉각 센서의 신호 처리 장치의 일 예를 나타낸 도면.
- 도 8은 본 발명에 따른 신호 처리 장치의 동작을 설명하기 위한 도면,
- 도 9는 본 발명에 따른 촉각 센서의 신호 처리 장치의 다른 예를 나타낸 도면.

도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

P : 3축 힘센서 R : 저항

10 : 입력측 멀티플렉서 20 : 출력측 멀티플렉서

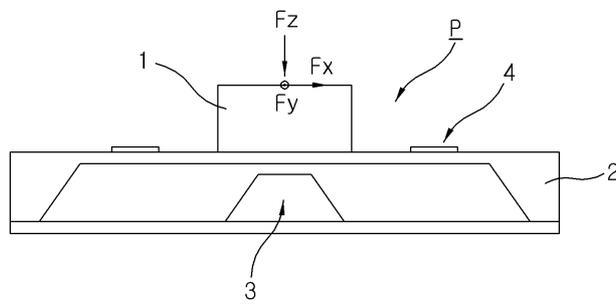
30 : 제어부 OPAMP : 연산증폭기

SUB\_IN : 서브 입력라인 SUB\_OUT : 서브 출력라인

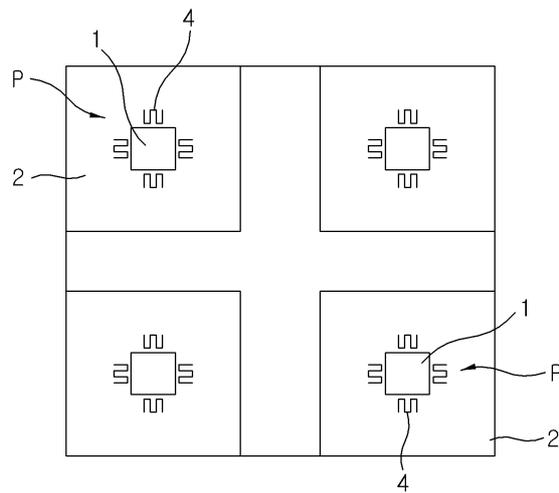
MAIN\_IN : 메인 입력라인 MAIN\_OUT : 메인 출력라인

도면

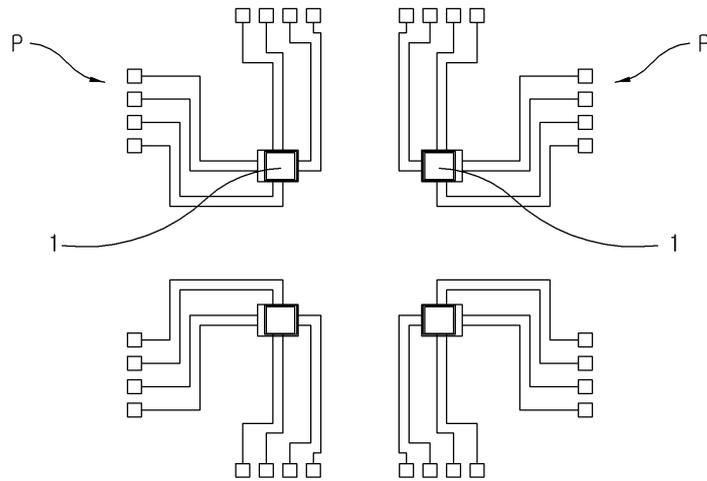
도면1



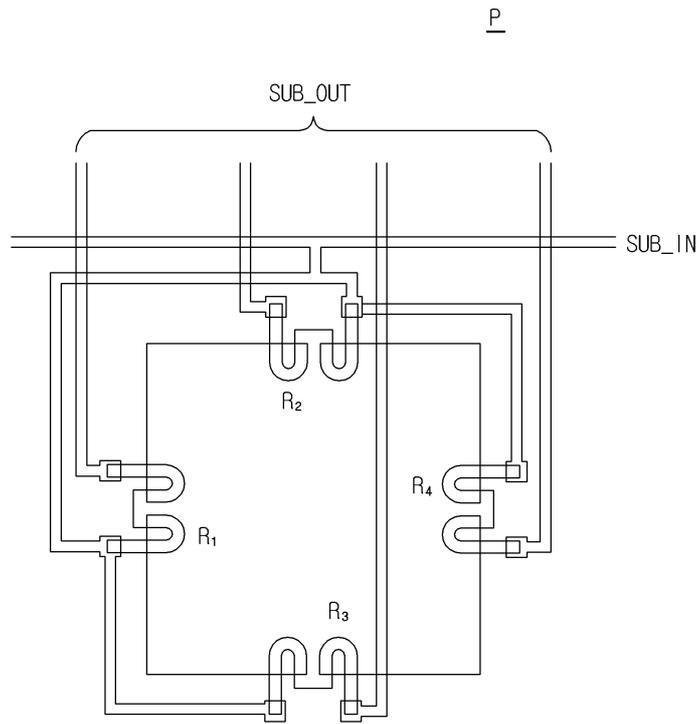
도면2



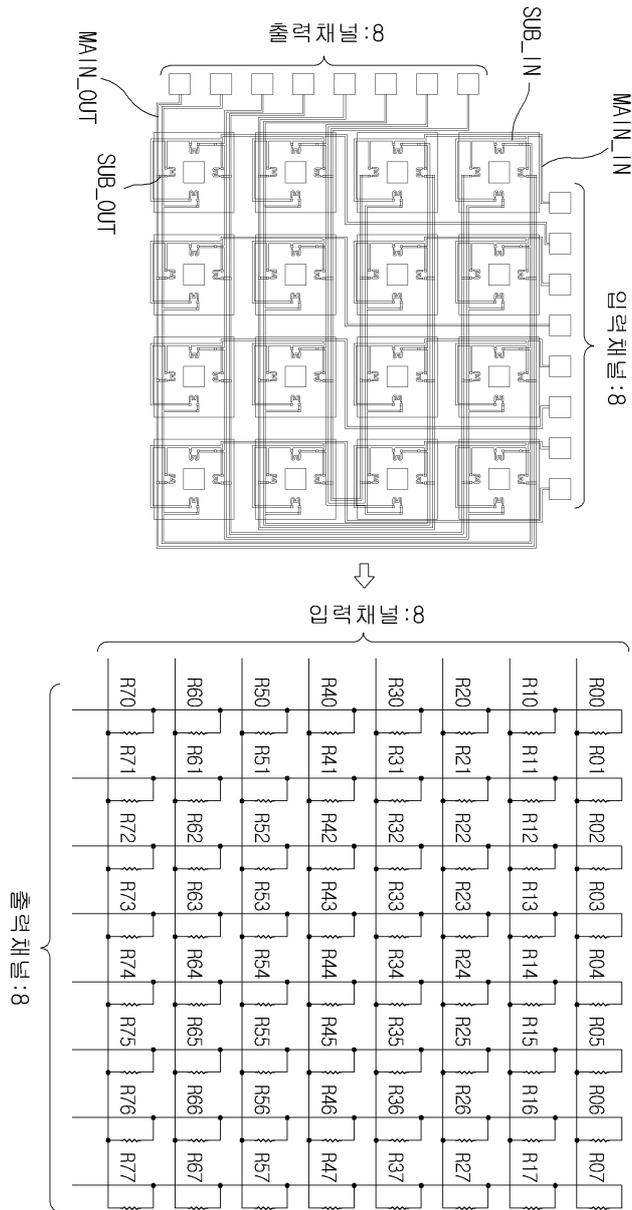
도면3



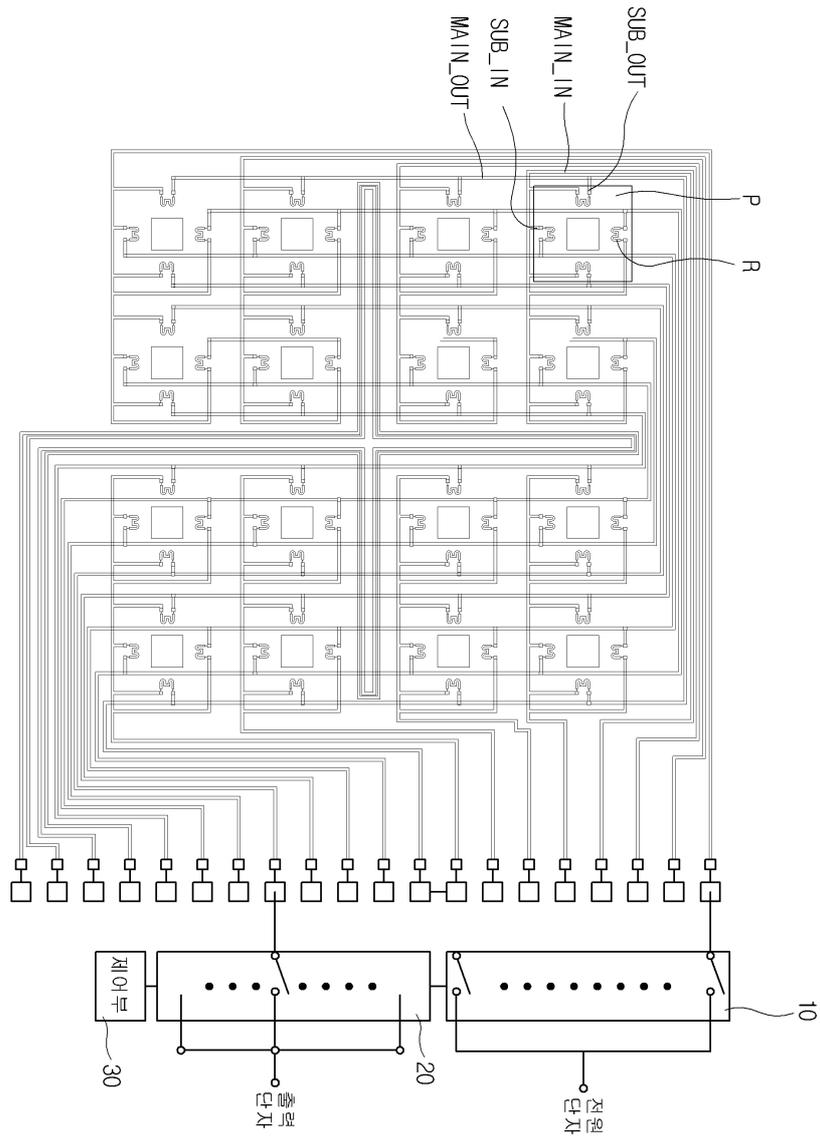
도면4



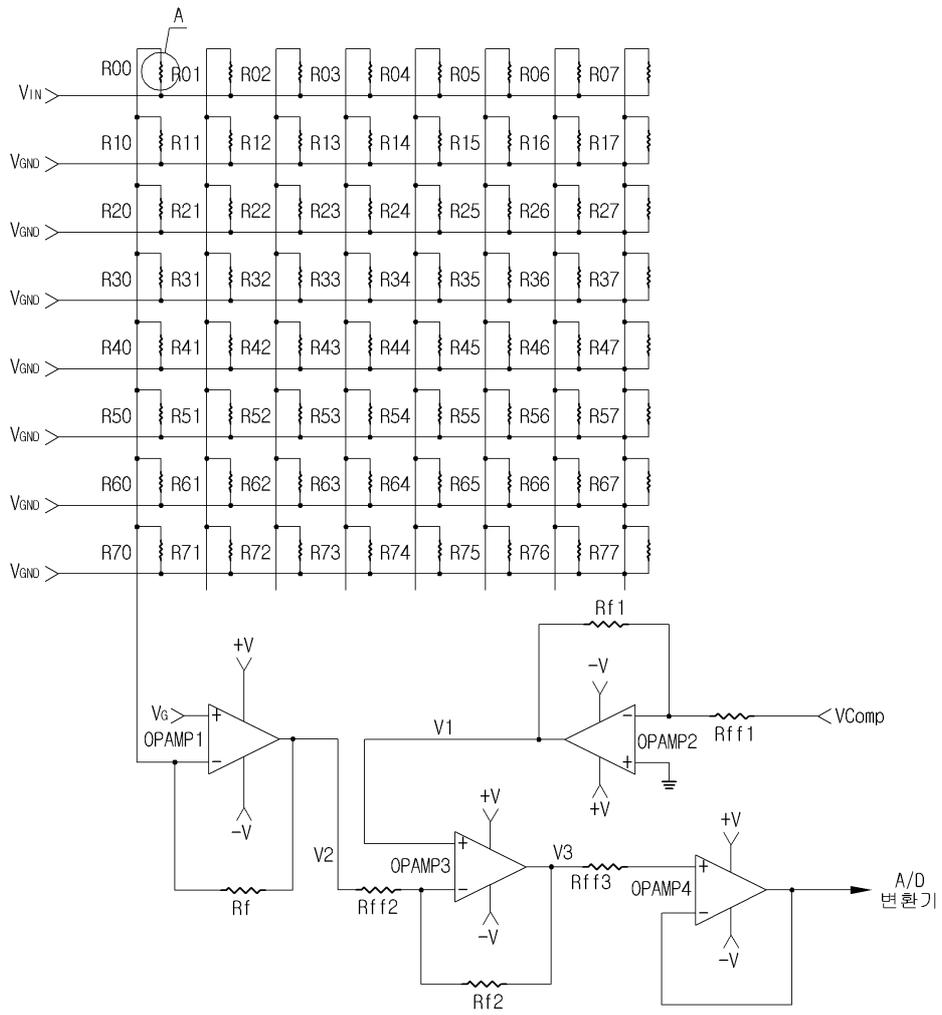
도면5



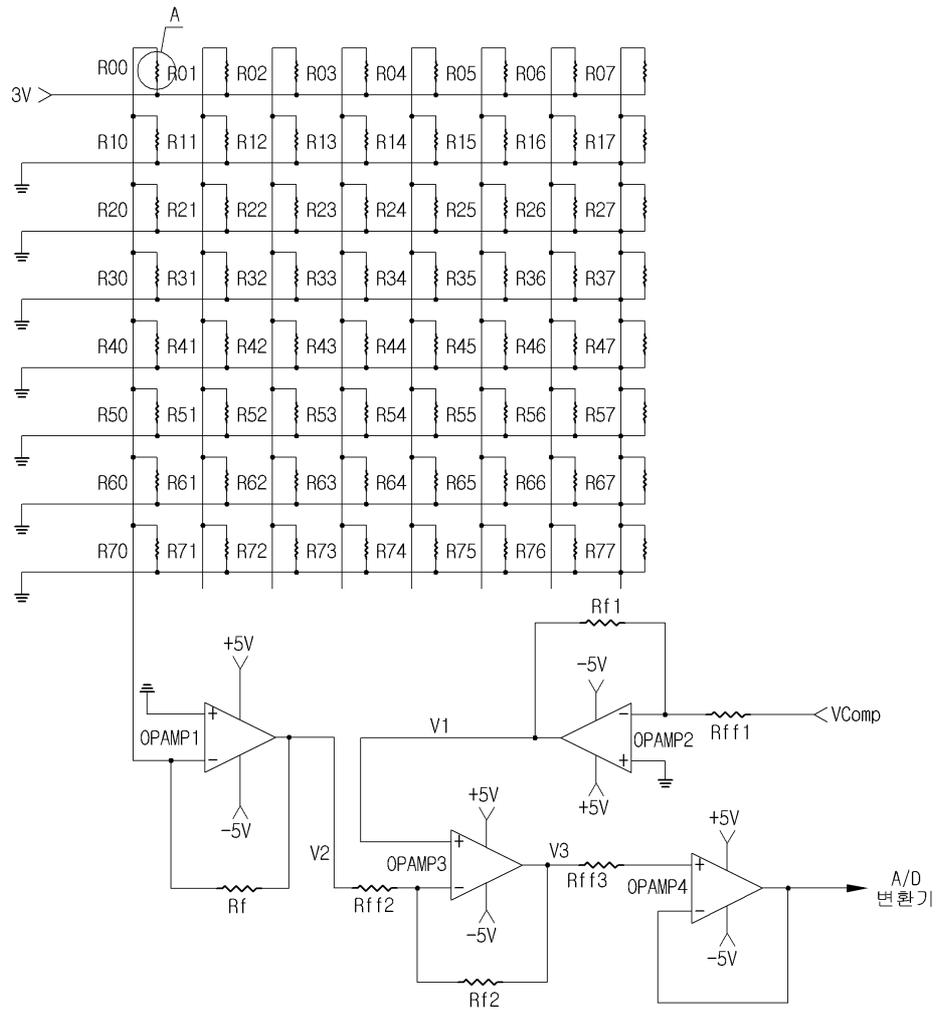
도면6



도면7



도면8



도면9

