(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0086370
(43) 공개일자 2018년07월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01L 1/14 (2006.01) *G01L 25/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01L 1/146 (2013.01)
G01L 1/144 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0009948
(22) 출원일자 2017년01월20일
심사청구일자 2017년01월20일

(71) 출원인
주식회사 카이트로닉스
서울특별시 강남구 테헤란로 313, 1310호 (역삼동, 성지하이츠1차)
한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
장 욱
서울특별시 강남구 학동로23길 35 (논현동)
김도완
대전광역시 유성구 노은동로 11, 1002동 1402호 (노은동, 열매마을10단지)
(74) 대리인
특허법인 아이퍼스

전체 청구항 수 : 총 15 항

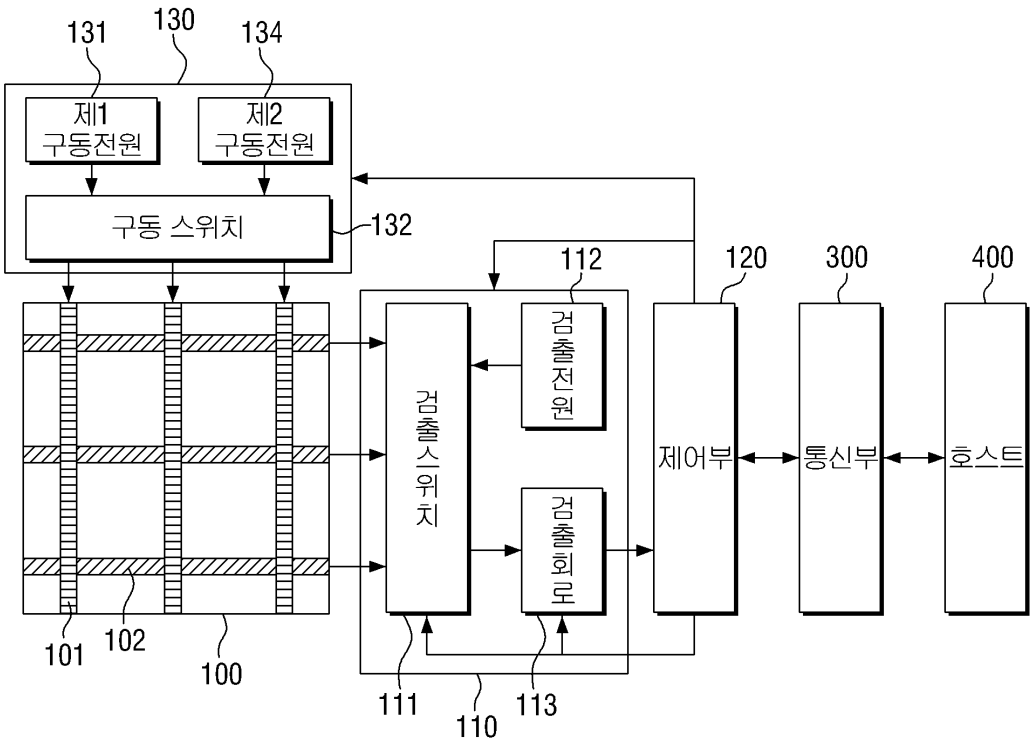
(54) 발명의 명칭 **다채널 압력분포측정장치 및 그 장치의 동작방법**

(57) 요 약

본 발명은 다채널 압력분포측정장치 및 그 장치의 동작방법에 대한 것이다. 보다 상세하게는 기판 상에 다수 형성된 구동전극과, 상기 구동전극에 교차되도록 구성되는 다수의 검출전극을 갖는 매트릭스센서부를 구비하여, 상기 구동전극과 상기 검출전극의 교차점 상의 전기변화량을 측정하여 인가되는 압력의 분포 및 각 교차점 상의 압

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



력을 측정하기 위한 압력분포측정장치에 있어서, 복수의 구동전극 중 선택된 구동전극에 제1전압을 인가하는 제1구동전원과, 선택되지 않는 구동전극에 제2전압을 인가하는 제2구동전원과, 구동스위치를 갖는 구동부; 복수의 검출전극 중 선택된 검출전극이 연결되는 검출회로와, 선택되지 않은 검출전극이 연결되는 검출전원과, 검출스위치를 갖는 검출부; 및 상기 구동스위치와 상기 검출수위치를 제어하는 제어부를 포함하고, 상기 검출부와, 상기 제어부는 메인보드 상에 구비되고, 상기 구동부는 구동회도보드 상에 구비되어, 상기 센서부에 연결되는 상기 메인보드와 상기 구동회로보드는 커넥터에 의해 적층결합되어지는 것을 특징으로 하는 다채널 압력분포측정장치에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류
G01L 25/006 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 C03509380100441906
부처명 중소기업청
연구관리전문기관 중소기업산학협력센터
연구사업명 산학연협력 기술개발사업(일반 첫걸음)
연구과제명 감압지 대치를 위한 산업용 고해상도 압력분포측정시스템 개발
기 여 율 1/1
주관기관 한밭대학교 산학협력단
연구기간 2015.11.12 ~ 2016.11.11

명 세 서

청구범위

청구항 1

기판 상에 다수 형성된 구동전극과, 상기 구동전극에 교차되도록 구성되는 다수의 검출전극을 갖는 매트릭스센서부를 구비하여, 상기 구동전극과 상기 검출전극의 교차점 상의 전기변화량을 측정하여 인가되는 압력의 분포 및 각 교차점 상의 압력을 측정하기 위한 압력분포측정장치에 있어서,

복수의 구동전극 중 선택된 구동전극에 제1전압을 인가하는 제1구동전원과, 선택되지 않는 구동전극에 제2전압을 인가하는 제2구동전원과, 구동스위치를 갖는 구동부;

복수의 검출전극 중 선택된 검출전극이 연결되는 검출회로와, 선택되지 않은 검출전극이 연결되는 검출전원과, 검출스위치를 갖는 검출부; 및

상기 구동스위치와 상기 검출스위치를 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 다채널 압력분포측정장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 검출부와, 상기 제어부는 메인보드 상에 구비되고, 상기 구동부는 구동회도보드 상에 구비되어,

상기 센서부에 연결되는 상기 메인보드와 상기 구동회로보드는 커넥터에 의해 적층결합되어지는 것을 특징으로 하는 다채널 압력분포측정장치.

청구항 3

제 1항에 따른 압력분포측정장치를 이용한 압력분포측정방법에 있어서,

Q개의 검출전극에서 검출전극을 선택하기 위한 인덱스 q를 1로 설정하고, 모든 구동전극에는 제1구동전원에 의해 제1전압을 인가하는 제1단계;

q번째 검출전극의 측정치 S_q를 검출하는 제2단계;

S_q가 기 설정된 값 TH_q보다 같거나 큰 경우 압력인가여부 판단변수 T_q의 값을 TRUE로 설정하고, 작은 경우 T_q를 FALSE로 설정하는 제3단계;

q가 Q와 동일해 질 때까지 상기 제2, 제3단계를 반복하고, 동일한 경우, 모든 검출전극을 측정한 것으로 판단하고 P개의 구동전극에서 구동전극을 선택하기 위한 값 p를 1로 설정하고, Q개의 검출전극에서 검출전극을 선택하기 위한 값 q를 1로 설정하는 제4단계;

T_q가 TRUE인 경우 p번째 구동전극과, q번째 검출전극의 교차점인 노드의 측정치 N(p,q)f를 검출하고, FALSE인 경우 압력이 없는 것으로 판단하고 p번째 구동전극과, q번째 검출전극의 교차점에서의 검출치를 0으로 설정하는 제5단계;

p와 P가 동일하지 않은 경우 p에 1을 더하여 제5단계를 반복하고, q와 Q가 동일하지 않은 경우 q에 1을 더하여 제5단계를 반복하는 제6단계; 및

p와 P가 동일하고, q와 Q가 동일한 경우 스캔을 종료하는 제7단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다채널 압력분포측정장치의 작동방법.

청구항 4

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 매트릭스 센서부에 구비되는 복수의 검출전극은 k개씩 측정그룹 내로 그룹핑되어지고,

그룹핑된 L개의 측정그룹 각각은 k개의 검출전극 각각과 연결되는 k개의 연산증폭기와, k개의 연산폭기의 출력과 연결되어 k개 각각의 검출전극에서 검출된 검출값을 입력받는 하나의 다채널 ADC를 갖는 것을 특징으로 하는 다채널 압력분포측정장치.

청구항 5

제 4항에 있어서,

L개의 상기 측정그룹 각각에 구비된 상기 다채널 ADC는 상기 제어부와 연결되어지고,

상기 다채널 ADC는 k개 각각의 검출전극에서 검출된 검출값을 입력받아 상기 검출값의 합계를 상기 제어부에 전송하는 것을 특징으로 하는 다채널 압력분포측정장치.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 연산증폭기 각각의 음입력은 상기 검출전극와 연결되고 피드백 임피던스를 통해 출력과 연결되고, 양입력은 기준전원과 연결되는 것을 특징으로 하는 다채널 압력분포측정장치.

청구항 7

제 4항에 따른 압력분포측정장치를 이용한 압력분포측정방법에 있어서,

P개의 구동전극에서 구동전극을 선택하는 값 p를 1로 설정하고, L개의 측정그룹에서 측정그룹을 선택하는 값 l을 1로 설정하고, 개별 측정그룹 내의 K개의 검출전극에서 검출전극을 선택하는 값 k를 1로 설정하는 제1단계;

l번째 측정그룹에 구비된 다채널 ADC의 k번째 입력에 대응하는 검출전극의 검출값 ADC_l_k을 검출하는 제2단계;

l이 L과 동일한지 판단하여 동일하지 않은 경우 모든 측정그룹을 순환하지 않은 것으로 판단하고 l에 1을 더하여 제2단계를 반복하고, 동일한 경우, 모든 측정그룹의 k번째에 대응하는 검출값 집합을 제어부에 전송하는 제3단계;

p번째 구동전극와 q번째 검출전극에 대응되는 노드의 검출값 ADC(p,q)을 설정하는 제4단계;

k와 K가 동일한지 판단하여, 동일한 경우 개별 측정그룹에 할당된 모든 검출전극을 순환한 것으로 판단하고, 동일하지 않은 경우 k에 1을 더하여 상기 제2단계로 이동하는 제5단계; 및

k와 K가 동일한 경우 p와 P가 동일한지를 판단하여 동일한 경우 모든 구동전극을 순환한 것으로 판단하여 종료하고, 동일하지 않은 경우 p에 1을 더하여, 상기 제2단계로 이동하는 제6단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다채널 압력분포측정장치의 작동방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 제4단계에서는 하기의 수학식 1에 의거하여 검출값을 할당하는 것을 특징으로 하는 다채널 압력분포측정장치의 작동방법:

[수학식 1]

$$q = (l\text{-}1) \times K + k$$

청구항 9

제 3항 또는 제7항에 따른 압력분포측정방법에서 측정된 디지털 출력값을 물리량으로 변환하기 위한 방법에 있어서,

평탄화를 통한 개별 노드 이득을 조절하는 제1단계;

미세조정을 수행하는 제2단계; 및

상기 미세조정을 통해 디지털 출력값을 물리량으로 변환하는 제3단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 압력분포측정방법에서 측정된 디지털 출력값의 물리량 변환방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 제1단계는,

센서의 검출영역에 설정된 압력을 인가하는 제1-1단계;

출력값이 0이 아닌 노드의 개수와, 출력값의 합계와 평균 출력값을 연산하는 제1-2단계;

1개의 노드를 선택하여 선택된 노드의 출력값이 0인지를 판단하는 제1-3단계;

선택된 노드의 출력값이 0인 경우 출력값이 0인 노드의 이득을 기본 이득으로 설정하고, 0이 아닌 경우 선택된 노드의 이득을 계산하고, 계산된 노드 이득이 기 설정된 범위를 벗어나는 경우 노드의 이들을 기본이득으로 설정하는 제1-4단계; 및

모든 노드에 대한 이득을 설정할 때까지 상기 제1-3단계, 제1-4단계를 반복하는 제1-5단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 압력분포측정방법에서 측정된 디지털 출력값의 물리량 변환방법.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 제1-1단계에서 설정된 압력은 하기의 수학식 2에 의해 연산되고,

상기 제1-2단계에서 평균 출력값은 하기 수학식 3에 의해 연산되는 것을 특징으로 하는 압력분포측정방법에서 측정된 디지털 출력값의 물리량 변환방법:

[수학식 2]

FORCE_BALANCING = { (P_MAX * A_SENSOR) + (P_MIN * A_SENSOR) } / 2

[수학식 3]

AVERAGE_NONZERO = SUM_NONZERO / N_NONZERO

상기 수학식 2에서, P_MAX는 센서의 검출 가능한 최대 압력, A_SENSOR는 센서 검출 영역의 면적, P_MIN은 센서의 검출 가능한 최소 압력이고,

상기 수학식 3에서, SUM_NONZERO는 출력값이 0이 아닌 노드의 검출값의 합계이며, N_NONZERO는 출력값이 0이 아닌 노드의 개수이다.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 제1-4단계에서 계산되는 노드이득은 하기의 수학식 4에 의해 연산되는 것을 특징으로 하는 압력분포측정방법에서 측정된 디지털 출력값의 물리량 변환방법:

[수학식 4]

G_ij = AVERAGE_NONZERO / A_ij

여기서 AVERAGE_NONZERO는 수학식 3을 통해 구한 평균값이며 A_ij는 i번째 구동 전극과 j번째 검출 전극의 교차점에 대응하는 노드의 디지털 출력값이다.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 제2단계에서 미세조정을 위한 방법은,

미세 조정 포인트의 수 N을 설정하고, 개별 미세 조정 포인트에 대응하는 힘 F_i 각각을 설정하고 i는 1로 설정하는 제2-1단계;

힘 F_i를 인가하고 그에 대응하는 개별 노드의 출력값 ADCO_pq(p는 구동 전극의 인덱스이며 q는 검출 전극의 인덱스)를 획득하는 제2-2단계;

각 노드의 출력 ADCO_pq에 개별 상기 노드 이득 G_pq를 곱하여 이득이 조절된 출력값 ADC_pq를 계산하는 제2-3단계;

상기 조절된 출력값 ADC_pq의 합인 ADC_SUM_i를 계산하고 그 결과를 저장하는 제2-4단계;

i를 1증가시키고, i가 미세 조정 포인트의 수 N보다 큰지를 판단하여, i가 N보다 크지 않은 경우에는 상기 제2-2단계로 이동하는 제2-5단계;

i가 N보다 큰 경우 대응 곡선함수의 인덱스인 j를 1로 설정하고, ADC_SUM_j, F_j와 ADC_SUM_(j+1), F_(j+1)에 대응하는 곡선함수 Y_j의 공식을 계산하는 제2-6단계; 및

j를 1 증가시키고, j가 N-1보다 큰지를 판단하여, j가 N-1보다 크지 않은 경우에는 상기 제2-6 단계로 이동하며 그렇지 않은 경우에는 종료하는 제2-7단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 압력분포측정방법에서 측정된 디지털 출력값의 물리량 변환방법.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 제3단계에서 물리량으로 변환하는 방법은,

P개의 구동 전극의 인덱스 p를 1로 설정하고, Q개의 검출 전극의 인덱스 q를 1로 설정하는 제3-1단계;

p번째 구동 전극과 q번째 검출 전극의 교차점에 대응하는 노드의 출력값 ADCO(p,q)를 검출하는 제3-2단계;

개별 노드의 출력값 ADCO(p,q)에 개별 노드의 이득 G(p,q)를 곱하여 이득이 조절된 출력값 ADC(p,q)를 계산하는 제3-3단계;

ADC(p,q)의 소속 구간을 파악하고, ADC(p,q)가 소속된 구간의 상기 곡선 함수를 이용해 압력 물리량을 계산하는 제3-4단계;

p와 P가 동일한지를 판단하여, 동일한 경우에는 모든 구동 전극에 대한 순환이 완료된 것으로 판단하고 그렇지 않은 경우 p를 1 증가시키고 S3-2 단계로 이동하는 제3-5단계; 및

p와 P가 동일한 경우, q와 Q가 동일한지를 판단하여, 동일한 경우에는 모든 검출 전극에 대해 순환이 완료된 것으로 판단하고 종료를 하며, 그렇지 않은 경우 q를 1 증가시키고 S3-2 단계로 이동하는 제3-6단계;를 포함하는

것을 특징으로 하는 압력분포측정방법에서 측정된 디지털 출력값의 물리량 변환방법.

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 제3-4단계에서,

압력 물리량은 곡선함수를 이용해 하기의 수학식 5와 같이 계산되는 것을 특징으로 하는 압력분포측정방법에서 측정된 디지털 출력값의 물리량 변환방법:

[수학식 5]

$P(p,q) = Y_i\{ADC(p,q)\}$

여기서 P(p,q)는 p번째 구동 전극(101)과 q번째 검출 전극(102)에 대응하는 노드의 물리적 압력값이며 i는 ADC(p,q)가 소속된 구간의 인덱스, Y_i는 ADC(p,q)가 소속된 구간에 대응하는 곡선의 함수이다.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 다채널 압력분포측정장치 및 그 장치의 동작방법에 대한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 압력분포측정장치는 판 형태의 센서에 전극을 격자 배치한 후 격자점에 가해지는 압력에 따른 격자점 상의 물리적인 전기 변화량을 측정하여 인가되는 압력의 분포 형상 및 개별 격자점 상의 압력을 측정하는 장치이다.

[0003] 압력분포측정장치는 제조 공정, 의료 기기 등에 활용이 되고 있다. 제조 고정에 활용이 되는 경우에는 압착조립 공정 시 압착에 따른 압력의 분포가 균일한지를 판단하여 품질관리를 하는 목적으로 활용이 된다. 의료 기기 등에 활용이 되는 경우에는 환자의 발의 압력의 분포의 균일성 여부를 측정해 환자의 발 또는 척추의 건강 여부를 판단하는데 활용이 된다.

[0004] 압력분포측정장치의 센서는 통상 상층에 구동(검출)전극을 가로(세로)로 배치하고 하층에 검출(구동)전극을 세로(가로)로 배치한 후 구동전극에 일정한 구동 신호를 입력한 후 검출전극을 통해 압력에 따른 신호의 변화를 검출한다.

[0005] 검출전극이 N개이고 구동전극이 M개인 경우 하나의 압력 분포 형상을 검출하기 위해서는 N × M번의 검출 동작이 이루어져야 한다.

[0006] 그런데, 최근 스마트폰, 웨어러블 기기 시장이 급속도로 확대됨에 따라 압력분포측정시스템의 압력분포측정 해상도 향상에 대한 요구사항이 제조업체에서 발생하고 있다. 이를 위해서는 구동전극과 검출전극의 개수를 증가시켜야 한다. 예를 들어 N개의 구동전극과 M개의 검출전극을 갖는 압력분포측정시스템의 해상도를 두 배 향상하기 위해서는 2N개의 구동전극과 2M개의 검출전극이 필요하다.

[0007] 이 경우 검출 동작은 4 × N × M으로 기존 대비 4배의 시간이 소요된다. 또한 구동전극과 검출전극의 증가는 필연적으로 부품 수의 증가로 이어지며 이는 다시 압력분포측정시스템의 제어보드의 크기 증가를 야기한다.

[0008] 따라서 실용적으로 다채널 압력분포측정시스템을 구현하기 위해서는 검출속도 향상과 제어보드의 크기를 줄이는 방안의 도출이 필요하다.

[0009] 또한 압력분포측정시스템은 kgf/cm^2 또는 PSI와 같은 물리적인 압력량을 제공하여야 한다. 반면 압력분포측정시스템의 제어보드에서는 압력에 대응하는 디지털 수치만을 출력하므로 이 디지털 수치를 물리적인 압력량으로 변환하는 방법이 필요하다.

[0010] 또한, 종래의 방법에서는 측정 속도 문제를 해결하기 위하여 여러 개의 센서와 여러 개의 제어회로를 결합하여 다채널 압력분포측정장치를 구성하였으나 이는 제조 비용을 상승시키는 문제점이 있다. 또한 여러 개의 센서를 결합하는 경우 필연적으로 센서와 센서 사이에는 비감지 영역이 존재하여 측정의 정확도를 떨어뜨리는 문제점이

있다. 그리고, 측정 속도를 유지하면서 1개 보드 상에 모든 부품을 배치하는 경우 제어 보드 사이즈가 매우 커져 실용적인 제품화가 어려운 문제점이 존재하게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제1419139호

(특허문헌 0002) 일본등록특허 제5110878호

(특허문헌 0003) 한국등록특허 제1009647호

(특허문헌 0004) 일본등록특허 제4993123호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 일실시예에 따르면, 다채널 압력분포측정장치의 측정 속도를 향상시킬 수 있으며, 제어 보드의 크기를 줄이기 위하여 적층 구조를 이용하고, 압력분포측정시스템의 제어회로의 디지털 출력을 실제 압력 물리량으로 변환하는 방법을 제공하여 제품의 부가가치를 향상시킬 수 있는, 다채널 압력분포측정장치 및 그 장치의 동작방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0013] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명의 제1목적은, 기판 상에 다수 형성된 구동전극과, 상기 구동전극에 교차되도록 구성되는 다수의 검출전극을 갖는 매트릭스센서부를 구비하여, 상기 구동전극과 상기 검출전극의 교차점 상의 전기변화량을 측정하여 인가되는 압력의 분포 및 각 교차점 상의 압력을 측정하기 위한 압력분포측정장치에 있어서, 복수의 구동전극 중 선택된 구동전극에 제1전압을 인가하는 제1구동전원과, 선택되지 않는 구동전극에 제2전압을 인가하는 제2구동전원과, 구동스위치를 갖는 구동부; 복수의 검출전극 중 선택된 검출전극이 연결되는 검출회로와, 선택되지 않은 검출전극이 연결되는 검출전원과, 검출스위치를 갖는 검출부; 및 상기 구동스위치와 상기 검출스위치를 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 다채널 압력분포측정장치로서 달성될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 검출부와, 상기 제어부는 메인보드 상에 구비되고, 상기 구동부는 구동회도보드 상에 구비되어, 상기 센서부에 연결되는 상기 메인보드와 상기 구동회로보드는 커넥터에 의해 적층결합되어지는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0016] 본 발명의 제2목적은, 앞서 언급한 제 1목적에 따른 압력분포측정장치를 이용한 압력분포측정방법에 있어서, Q개의 검출전극에서 검출전극을 선택하기 위한 인덱스 q를 1로 설정하고, 모든 구동전극에는 제1구동전원에 의해 제1전압을 인가하는 제1단계; q번째 검출전극의 측정치 S_q를 검출하는 제2단계; S_q가 기 설정된 값 TH_q보다 같거나 큰 경우 압력인가여부 판단변수 T_q의 값을 TRUE로 설정하고, 작은 경우 T_q를 FALSE로 설정하는 제3단계; q가 Q와 동일해 질 때까지 상기 제2, 제3단계를 반복하고, 동일한 경우, 모든 검출전극을 측정한 것으로 판단하고 P개의 구동전극에서 구동전극을 선택하기 위한 값 p를 1로 설정하고, Q개의 검출전극에서 검출전극을 선택하기 위한 값 q를 1로 설정하는 제4단계; T_q가 TRUE인 경우 p번째 구동전극과, q번째 검출전극의 교차점인 노드의 측정치 N(p,q)f를 검출하고, FALSE인 경우 압력이 없는 것으로 판단하고 p번째 구동전극과, q번째 검출전극의 교차점에서의 검출치를 0으로 설정하는 제5단계; p와 P가 동일하지 않은 경우 p에 1을 더하여 제5단계를 반복하고, q와 Q가 동일하지 않은 경우 q에 1을 더하여 제5단계를 반복하는 제6단계; 및 p와 P가 동일하고, q와 Q가 동일한 경우 스캔을 종료하는 제7단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다채널 압력분포측정장치의 작동방법으로서 달성될 수 있다.

[0017] 본 발명의 제1목적에서, 상기 매트릭스 센서부에 구비되는 복수의 검출전극은 k개씩 측정그룹 내로 그룹핑되어지고, 그룹핑된 L개의 측정그룹 각각은 k개의 검출전극 각각과 연결되는 k개의 연산증폭기와, k개의 연산폭기의 출력과 연결되어 k개 각각의 검출전극에서 검출된 검출값을 입력받는 하나의 다채널 ADC를 갖는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0018] 또한, L개의 상기 측정그룹 각각에 구비된 상기 다채널 ADC는 상기 제어부와 연결되어지고, 상기 다채널 ADC는 k개 각각의 검출전극에서 검출된 검출값을 입력받아 상기 검출값의 합계를 상기 제어부에 전송하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 그리고, 상기 연산증폭기 각각의 음입력은 상기 검출전극와 연결되고 피드백 임피던스를 통해 출력과 연결되고, 양입력은 기준전원과 연결되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0020] 본 발명의 제3목적은 앞서 언급한 제 1목적에 따른 압력분포측정장치를 이용한 압력분포측정방법에 있어서, P개의 구동전극에서 구동전극을 선택하는 값 p를 1로 설정하고, L개의 측정그룹에서 측정그룹을 선택하는 값 l을 1로 설정하고, 개별 측정그룹 내의 K개의 검출전극에서 검출전극을 선택하는 값 k를 1로 설정하는 제1단계; l번째 측정그룹에 구비된 다채널 ADC의 k번째 입력에 대응하는 검출전극의 검출값 ADC_l_k을 검출하는 제2단계; l이 L과 동일한지 판단하여 동일하지 않은 경우 모든 측정그룹을 순환하지 않은 것으로 판단하고 l에 1을 더하여 제2단계를 반복하고, 동일한 경우, 모든 측정그룹의 k번째에 대응하는 검출값 집합을 제어부에 전송하는 제3단계; p번째 구동전극와 q번째 검출전극에 대응되는 노드의 검출값 ADC(p,q)을 설정하는 제4단계; k와 K가 동일한지 판단하여, 동일한 경우 개별 측정그룹에 할당된 모든 검출전극을 순환한 것으로 판단하고, 동일하지 않은 경우 k에 1을 더하여 상기 제2단계로 이동하는 제5단계; 및 k와 K가 동일한 경우 p와 P가 동일한지를 판단하여 동일한 경우 모든 구동전극을 순환한 것으로 판단하여 종료하고, 동일하지 않은 경우 p에 1을 더하여, 상기 제2단계로 이동하는 제6단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다채널 압력분포측정장치의 작동방법으로서 달성될 수 있다.

[0021] 그리고, 상기 제4단계에서는 하기의 수학식 1에 의거하여 검출값을 할당하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0022] [수학식 1]

[0023] $$q = (l-1) \times K + k$$

[0024] 본 발명의 제4목적은 앞서 언급한 제 2목적 또는 제3목적에 따른 압력분포측정방법에서 측정된 디지털 출력값을 물리량으로 변환하기 위한 방법에 있어서, 평탄화를 통한 개별 노드 이득을 조절하는 제1단계; 미세조정을 수행하는 제2단계; 및 상기 미세조정을 통해 디지털 출력값을 물리량으로 변환하는 제3단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 압력분포측정방법에서 측정된 디지털 출력값의 물리량 변환방법으로서 달성될 수 있다.

[0025] 본 발명의 제4목적의 상기 제1단계는, 센서의 검출영역에 설정된 압력을 인가하는 제1-1단계; 출력값이 0이 아닌 노드의 개수와, 출력값의 합계와 평균 출력값을 연산하는 제1-2단계; 1개의 노드를 선택하여 선택된 노드의 출력값이 0인지를 판단하는 제1-3단계; 선택된 노드의 출력값이 0인 경우 출력값이 0인 노드의 이득을 기본 이득으로 설정하고, 0이 아닌 경우 선택된 노드의 이득을 계산하고, 계산된 노드 이득이 기 설정된 범위를 벗어나는 경우 노드의 이들을 기본이득으로 설정하는 제1-4단계; 및 모든 노드에 대한 이득을 설정할 때까지 상기 제1-3단계, 제1-4단계를 반복하는 제1-5단계;를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0026] 또한, 상기 제1-1단계에서 설정된 압력은 하기의 수학식 2에 의해 연산되고, 상기 제1-2단계에서 평균 출력값은 하기 수학식 3에 의해 연산되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0027] [수학식 2]

[0028] FORCE_BALANCING = { (P_MAX * A_SENSOR) + (P_MIN * A_SENSOR) } / 2

[0029] [수학식 3]

[0030] AVERAGE_NONZERO = SUM_NONZERO / N_NONZERO

[0031] 상기 수학식 2에서, P_MAX는 센서의 검출 가능한 최대 압력, A_SENSOR는 센서 검출 영역의 면적, P_MIN은 센서의 검출 가능한 최소 압력이고,

[0032] 상기 수학식 3에서, SUM_NONZERO는 출력값이 0이 아닌 노드의 검출값의 합계이며, N_NONZERO는 출력값이 0이 아닌 노드의 개수이다.

[0033] 그리고, 상기 제1-4단계에서 계산되는 노드이득은 하기의 수학식 4에 의해 연산되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0034] [수학식 4]

[0035] G_ij = AVERAGE_NONZERO / A_ij

[0036] 여기서 AVERAGE_NONZERO는 수학식 3을 통해 구한 평균값이며 A_ij는 i번째 구동 전극과 j번째 검출 전극의 교차점에 대응하는 노드의 디지털 출력값이다.

[0037] 또한, 상기 제2단계에서 미세조정을 위한 방법은, 미세 조정 포인트의 수 N을 설정하고, 개별 미세 조정 포인트에 대응하는 힘 F_i 각각을 설정하고 i는 1로 설정하는 제2-1단계; 힘 F_i를 인가하고 그에 대응하는 개별 노드의 출력값 ADC0_pq(p는 구동 전극의 인덱스이며 q는 검출 전극의 인덱스)를 획득하는 제2-2단계; 각 노드의 출력 ADC0_pq에 개별 상기 노드 이득 G_pq를 곱하여 이득이 조절된 출력값 ADC_pq를 계산하는 제2-3단계; 상기 조절된 출력값 ADC_pq의 합인 ADC_SUM_i를 계산하고 그 결과를 저장하는 제2-4단계; i를 1증가시키고, i가 미세조정 포인트의 수 N보다 큰지를 판단하여, i가 N보다 크지 않은 경우에는 상기 제2-2단계로 이동하는 제2-5단계; i가 N보다 큰 경우 대응 곡선함수의 인덱스인 j를 1로 설정하고, ADC_SUM_j, F_j와 ADC_SUM_(j+1), F_(j+1)에 대응하는 곡선함수 Y_j의 공식을 계산하는 제2-6단계; 및 j를 1 증가시키고, j가 N-1보다 큰지를 판단하여, j가 N-1보다 크지 않은 경우에는 상기 제2-6 단계로 이동하며 그렇지 않은 경우에는 종료하는 제2-7단계;를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0038] 또한, 상기 제3단계에서 물리량으로 변환하는 방법은, P개의 구동 전극의 인덱스 p를 1로 설정하고, Q개의 검출 전극의 인덱스 q를 1로 설정하는 제3-1단계; p번째 구동 전극과 q번째 검출 전극의 교차점에 대응하는 노드의 출력값 ADC0(p,q)를 검출하는 제3-2단계; 개별 노드의 출력값 ADC0(p,q)에 개별 노드의 이득 G(p,q)를 곱하여 이득이 조절된 출력값 ADC(p,q)를 계산하는 제3-3단계; ADC(p,q)의 소속 구간을 파악하고, ADC(p,q)가 소속된 구간의 상기 곡선 함수를 이용해 압력 물리량을 계산하는 제3-4단계; p와 P가 동일한지를 판단하여, 동일한 경우에는 모든 구동 전극에 대한 순환이 완료된 것으로 판단하고 그렇지 않은 경우 p를 1 증가시키고 S3-2 단계로 이동하는 제3-5단계; 및 p와 P가 동일한 경우, q와 Q가 동일한지를 판단하여, 동일한 경우에는 모든 검출 전극에 대해 순환이 완료된 것으로 판단하고 종료를 하며, 그렇지 않은 경우 q를 1 증가시키고 S3-2 단계로 이동하는 제3-6단계;를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0039] 그리고, 상기 제3-4단계에서, 압력 물리량은 곡선함수를 이용해 하기의 수학식 5와 같이 계산되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0040] [수학식 5]

[0041] P(p,q) = Y_i{ADC(p,q)}

[0042] 여기서 P(p,q)는 p번째 구동 전극(101)과 q번째 검출 전극(102)에 대응하는 노드의 물리적 압력값이며 i는 ADC(p,q)가 소속된 구간의 인덱스, Y_i는 ADC(p,q)가 소속된 구간에 대응하는 곡선의 함수이다.

발명의 효과

[0043] 본 발명의 일실시예에 따르면, 다채널 압력분포측정장치의 측정 속도를 향상시킬 수 있으며, 제어 보드의 크기를 줄이기 위하여 적층 구조를 이용하고, 압력분포측정시스템의 제어회로의 디지털 출력을 실제 압력 물리량으로 변환하는 방법을 제공하여 제품의 부가가치를 향상시킬 수 있는 효과를 갖는다.

[0044] 또한, 본 발명의 일실시예 따르면 매우 많은 구동 전극과 검출 전극으로 이루어진 센서를 고속으로 구동할 수 있고, 압력분포측정장치의 제작 비용을 감소시킬 수 있으며, 물리적인 압력 수치를 고속으로 제공할 수 있는 효과를 갖는다.

[0045] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0046] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 일실시예를 예시하는 것이며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에

만 한정되어 해석 되어서는 아니 된다.

도 1은 다채널 압력분포측정장치의 구성을 나타낸 블록도,

도 2는 매트릭스 센서부의 확대도,

도 3은 다채널 압력분포측정장치를 이용한 압력분포측정방법의 흐름도,

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 적층형 매트릭스 센서 제어보드의 구성을 나타낸 블록도,

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 적층형 매트릭스 센서 제어보드의 분해 사시도,

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 다채널 압력분포측정장치를 이용한 고속 압력분포측정방법의 흐름도,

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 고속 압력분포 측정회로의 구조도,

도 8은 도 7의 특정 측정그룹의 구성도,

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 고속 압력분포 측정회로의 제어방법의 흐름도,

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 디지털 수치를 물리량으로 변환하는 방법의 흐름도,

도 11은 도 10의 변환방법에서 평탄화를 통한 개별노드 이득조정방법의 흐름도,

도 12는 도 10의 미세조정방법의 흐름도,

도 13은 도 12의 미세조정방법에 사용되는 구간의 도표,

도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 실시간 물리량 변환방법의 흐름도를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0047] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 통상의 기술자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

[0048] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.

[0049] 본 명세서에서 기술하는 실시예들은 본 발명의 이상적인 예시도인 단면도 및/또는 평면도들을 참고하여 설명될 것이다. 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. 따라서 제조 기술 및/또는 허용 오차 등에 의해 예시도의 형태가 변형될 수 있다. 따라서 본 발명의 실시예들은 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니라 제조 공정에 따라 생성되는 형태의 변화도 포함하는 것이다. 예를 들면, 직각으로 도시된 영역은 라운드지거나 소정 곡률을 가지는 형태일 수 있다. 따라서 도면에서 예시된 영역들은 속성을 가지며, 도면에서 예시된 영역들의 모양은 소자의 영역의 특정 형태를 예시하기 위한 것이며 발명의 범주를 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서의 다양한 실시예들에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.

[0050] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0051] 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특정적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는데 있어 별 이유 없이 혼돈이 오는 것을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.

[0053] 이하에서는 본 발명의 일실시예에 따른 다채널 압력분포측정장치의 구성, 기능 그리고, 그 장치의 동작방법에 대해 설명하도록 한다. 먼저, 매트릭스 센서부를 갖는 압력분포측정장치의 구성과, 그 측정장치를 이용한 압력분포측정방법에 대해 설명하도록 한다. 도 1은 다채널 압력분포측정장치의 구성을 나타낸 블록도를 도시한 것이다. 그리고, 도 2는 매트릭스 센서부의 확대도를 도시한 것이다. 또한, 도 3은 다채널 압력분포측정장치를 이용한 압력분포측정방법의 흐름도를 도시한 것이다.

[0054] 도 1에 도시된 바와 같이, 다채널 압력분포측정장치는 전체적으로, 구동부, 매트릭스 센서부, 검출부, 제어부, 통신부, 호스트 등을 포함하여 구성될 수 있음을 알 수 있다.

[0055] 매트릭스 센서부(100)은 구동 전극(101)과 검출 전극(102) 직교 배치되어 있으며 구동 전극(101)은 구동부(130)에 연결이 되어 있고 검출 전극(102)은 검출부(110)에 연결이 되어 있다.

[0056] 구동부(130)는 제1구동전원(131), 제2구동전원(134), 구동 스위치(132)로 구성되어 있다. 제어부(120)의 지시에 따라 구동부(130)은 구동 스위치(132)를 조작하여 제1구동전원(131)의 출력을 선택된 구동 전극(101)에 인가하고 나머지 구동 전극(101)에 제2구동전원(134)의 출력을 인가한다.

[0057] 검출부(110)은 검출전원(112), 검출회로(113), 검출 스위치(111)로 구성되어 있다. 제어부(120)의 지시에 따라 검출부(110)는 검출 스위치(111)를 조작하여 선택된 검출 전극(102)을 검출회로(113)에 연결하고 나머지 검출 전극(102)을 검출전원(112)에 연결한다.

[0058] 일반적으로 제2구동전원(134)의 출력과 검출 전원(112)의 출력은 동일하나 특별한 경우 두 출력은 다를 수 있다. 본 발명의 명세서에서는 특별한 언급이 없는 한 제2구동 전원(134)의 출력과 검출 전원(112)의 출력은 동일하다고 가정하고 설명을 수행한다. 또한, 설명의 편의를 위해 제1구동전원(131)의 출력을 제1전압, 제2구동전원(134)과 검출 전원(112)의 출력은 동일하다 가정하며 제2전압이라고 칭하기로 한다. 비록 본 발명 상에 전압이라고 지칭하기는 하였으나 제1구동전원(134), 제2구동전원(134), 검출 전원(112)의 출력은 전류의 형태를 가질 수도 있으며 정현파나 구형파와 같은 주기성을 가질 수도 있음을 명시한다

[0059] 또한, 도 2에 도시된 바와 같이, 매트릭스 센서부(100)는 검출전극(102), 검출전극(102)과 직교 배치된 구동전극(101)이 교차하도록 되어 있으며 검출전극(102)과 구동전극(101)의 교차점(103)에 압력이 인가되면 저항이나 정전용량과 같은 임피던스(104)가 변화하도록 구성되어 있다.

[0060] 이하에서는 앞서 언급한 매트릭스 센서부를 갖는 압력분포측정장치의 일반적인 동작 방법을 설명하도록 한다. 도 3에 도시된 바와 같이, S1 단계에서, 압력분포측정장치는 구동전극(101)을 선택하기 위한 값인 i를 1로 설정한다. i는 1 이상이고 N 이하인 자연수이다. 여기서 N은 구동 전극의 총수를 의미하며, 자연수이다.

[0061] S2 단계에서, 압력분포측정장치는 검출 전극을 선택하기 위한 값인 j를 1로 설정한다. j는 1 이상이고 M 이하인 자연수이다. 여기서, M은 검출 전극의 총 수를 의미하며, 자연수이다.

[0062] 그리고, 압력분포측정장치는 구동 전극(101)에 적절한 구동 출력을 인가한다. 구체적으로 S3 단계에서, 압력분포측정장치는 i번째 구동 전극(101)에 제1전압을 인가하고 S4 단계에서, 나머지 구동 전극(101)에 제2전압을 인가한다.

[0063] 그리고, 압력분포측정장치는 검출 전극(102)과 검출부(110)를 적절히 연결한다. 구체적으로 S5 단계에서, 압력분포측정장치는 j번째 검출 전극(102)을 검출 회로(113)와 연결하고, S6 단계에서 나머지 검출 전극(102)에 제2전압을 인가한다.

[0064] 그리고 S7 단계에서, 압력분포측정장치는 j번째 검출 전극(102)으로부터 검출된 검출 전압에 기초하여 i번째 구동 전극(101)과 j번째 검출 전극(102)의 교차점(103)에 대한 입력을 검출한다.

[0065] 그리고 S8 단계에서, 압력분포측정장치는 j와 M을 비교한다. 압력분포측정 장치는 j가 M보다 클 경우, S10 단계를 수행하고, j가 M보다 크지 않을 경우, S9 단계를 수행한다.

[0066] S9 단계에서, 압력분포측정장치는 j를 1 증가시키고, 다시 S5 단계를 수행한다.

[0067] 또한, S10 단계에서, 압력분포측정장치는 i와 N을 비교한다. 압력분포측정 장치는 i가 N보다 클 경우 동작을 종료하고, i가 N보다 크지 않을 경우, S11 단계를 수행한다.

[0068] S11 단계에서, 압력분포측정장치는 i를 1 증가시키고, 다시 S3 단계를 수행한다.

[0069] 앞서 언급한 바와 같이, 정확한 멀티 터치 측정 회로를 구성하기 위해서는 선택된 구동 전극(101)에 제1전압을 출력하고 선택된 검출 전극(102)을 검출 회로에 연결한 후 나머지 구동 전극(101)과 나머지 검출 전극(102)에 제2전압을 인가하는 과정은 필수적이다.

[0070] 이러한 인가를 위해서는 구동 스위치(132)와 검출 스위치(111)가 필요하며 종래에는 각 구동 전극(101)과 각 검출 전극(102) 2채널 아날로그 스위치를 추가하였다. 그러나 2채널 아날로그 스위치를 개별 전극에 모두 구비하는 경우 회로의 크기가 커지고 제조 단가가 증가하는 단점이 있다.

[0071] 특히, 매트릭스 센서부(100)의 구동 전극(101)과 검출 전극(102) 수가 많아지는 경우 전체 회로를 실장한 PCB (Printed Circuit Board; 인쇄 회로 보드)의 크기가 실용적으로 사용할 수 있는 한계를 넘어가며 제조 가격이 급격히 증가하는 단점이 있다.

[0073] 본 발명의 일실시예에서는 이러한 문제를 해결할 수 있도록 회로 보드의 크기를 줄일 수 있는 기술적 특징에 대해 이하 설명하도록 한다. 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 적층형 매트릭스 센서 제어보드의 구성을 나타낸 블록도를 도시한 것이다. 또한, 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 적층형 매트릭스 센서 제어보드의 분해 사시도를 도시한 것이다.

[0074] 즉, 도 4는 크기의 축소가 가능한 제어 보드의 구성도를 도시한 것이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 센서부(100)는 메인보드(200)와 구동회로(140)에 연결된다. 센서부(100)의 구동전극(101)은 구동회로(405)에 연결이 되며 검출전극(102)은 메인보드(200)의 검출회로(113))에 연결이 된다.

[0075] 제어부(120)은 메인보드(200) 상에 구비되며, 구동회로(140)와 검출회로(113)를 제어하여 구동전극(101)에 신호를 입력하고 압력에 따라 변화하는 검출전극(102)의 출력을 검출한다. 메인보드(200)의 전원부(150)는 구동회로(140)에 연결이 되며, 구동회로(140)와 검출회로(113)에 전원을 인가하게 된다.

[0076] 또한, 도 5에 도시된 바와 같이, 메인보드(200)과 구동회로(140)는 별개의 인쇄 회로 기판(PCB)에 실장이 되어 있으며, 제어부(120)과 구동회로(140)의 통신과 전원부(150)와 구동회로(140)의 연결은 구동회로보드 커넥터(141)와 메인보드 커넥터(201)를 통해 이루어진다. 이러한 커넥터(141, 201)는 구체적 실시예에서는 HRS社의 DF40 시리즈를 이용해 구성할 수 있다.

[0077] 도 4와 도 5에 도시된 바와 같은 적층 구조를 통해 다채널 센서에 대해 제어 보드의 크기(면적)를 제한하면서 다수의 구동 및 검출용 부품을 실장할 수 있으며 이를 통해 제조 비용 절감과 제조 불량률 저감을 달성할 수 있다.

[0078] 또한, 다수의 구동 전극(101)과 검출 전극(102)이 존재하는 경우 일개의 압력분포형상 이미지를 획득하기 위한 시간이 매우 많이 소요된다. 종래에는 이러한 문제를 여러 센서를 결합하여 다수 구동 전극(101)과 검출 전극(102)을 모사하였으나 이러한 방법은 센서 제조 비용 향상과 다수 제어 보드를 사용해야 하므로 마찬가지로 비용 향상을 가지고 온다.

[0079] 따라서, 이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 발명의 일실시예에서는 압력 분포 이미지를 고속으로 획득할 수 있는 방법을 제시한다. 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 다채널 압력분포측정장치를 이용한 고속 압력분포측정방법의 흐름도를 도시한 것이다. 즉, 도 6은 압력 분포 이미지를 고속으로 획득하기 위한 방법의 순서도이다. 도 6은 도 1과 같은 일반적인 압력 분포 측정 시스템에 적용하여 압력 분포 이미지를 고속으로 획득할 수 있도록 한다.

[0080] 도 6에 도시된 바와 같이, S21 단계에서 검출전극(102)을 선택하기 위한 인덱스 q를 1로 설정한다. 검출 전극의 수는 Q이다.

[0081] S22 단계에서 모든 구동전극(101)에 구동신호, 즉, 제1구동전원(131)을 인가한다.

[0082] S23 단계에서 q번째 검출 전극(102)의 측정치(S_q)를 검출한다.

[0083] 그리고 S24 단계에서 검출 전극(102)의 측정치(S_q)가 미리 설정한 값(TH_q)보다 같거나 큰 지의 여부를 판단한다. TH_q는 검출 전극(102)에 압력이 인가되었는지를 판단하기 위한 문턱치 값이다.

[0084] 검출 전극(102)의 측정치(S_q)가 미리 지정한 값(TH_q)보다 같거나 큰 경우, S25-1 단계를 통해 q번째 검출 전극(102)의 압력 인가 여부를 판단하기 위한 변수(T_q)의 값을 TRUE로 설정한다.

[0085] 또한, 검출 전극(102)의 측정치(S_q)가 미리 지정한 값(TH_q)보다 작은 경우 S25-2 단계를 통해 q번째 검출 전극(102)의 압력 인가 여부를 판단하기 위한 변수 (T_q)의 값을 FALSE로 설정한다.

[0086] S26 단계에서 q와 Q가 같은지를 판단한다. 같지 않으면 아직 모든 검출 전극(102)을 측정하지 않은 것으로 판단하고 S27 단계에서 q를 1 증가시킨 후 S23 단계로 이동한다. q와 Q가 같은 경우 모든 검출 전극(102)을 측정한 것으로 판단하고 S27 단계로 이동한다.

[0087] S26 단계까지는 압력이 물리적으로 가해지는 검출전극(102)을 파악하기 위한 것이며 이후 단계에서는 압력이 물리적으로 가해진 검출전극(102)에 대해서만 검출 동작을 수행한다.

[0088] S27 단계에서 구동 전극(101)을 선택하기 위한 값 p를 1로 설정한다. P는 구동 전극의 총 수이다.

[0089] S28 단계에서 검출 전극(102)을 선택하기 위한 값 q를 1로 설정한다. Q는 검출 전극의 총수이다.

[0090] S29 단계에서 q번째 검출 전극(102)에 물리적인 압력이 가해져 있는지의 여부를 변수 T_q를 통해 판단한다. T_q가 TRUE인 경우 압력이 가해져 있으며 S30 단계로 이동해 현재 선택된 구동 전극 p와 검출 전극 q에 대응하는 노드의 실제 압력 검출을 수행한다. T_q가 FALSE인 경우 압력이 없는 것으로 판단하고 S31 단계로 이동한다.

[0091] S31 단계에서는 압력이 가해지지 않는 검출 전극(102)과 선택된 구동 전극(101)에 해당하는 검출값을 0으로 설정한다.

[0092] S32 단계에서 p와 P를 비교한다. p와 P가 동일하지 않은 경우 아직 모든 구동 전극(101)을 탐색하지 않은 것으로 판단하고 S33 단계로 이동한다. p와 P가 동일한 경우 모든 구동 전극(101)을 탐색한 것으로 판단하고 S34 단계로 이동한다.

[0093] S33 단계에서는 p를 1 증가시키고 S29 단계로 이동한다.

[0094] S34 단계에서 q와 Q를 비교한다. q와 Q가 동일하지 않은 경우 아직 모든 검출 전극(102)을 탐색하지 않은 것으로 판단하고 S35 단계로 이동한다. q와 Q가 동일한 경우 모든 검출 전극(102)을 탐색한 것으로 판단하고 스캔을 종료한다.

[0095] S35 단계에서는 q를 1 증가시키고 S29 단계로 이동한다.

[0097] 이하에서는 하드웨어 변경을 압력분포측정장치의 검출속도를 더욱 향상시키기 위한 구조 및 방법에 대해 설명하도록 한다. 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 고속 압력분포 측정회로의 구조도를 도시한 것이다. 또한, 도 8은 도 7의 특정 측정그룹의 구성도를 도시한 것이다. 그리고, 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 고속 압력분포 측정회로의 제어방법의 흐름도를 도시한 것이다.

[0098] 즉, 본 발명의 일실시예에서는 검출속도를 더욱 향상시키기 위해 앞서 언급한 센서부에 구비된 다수의 검출전극을 특정 수만큼 다수의 측정그룹으로 그룹핑하고, 그룹핑된 측정그룹에서 각각의 검출전극에 검출회로를 연결하고, 하나의 측정그룹 각각에 대해 다채널 ADC를 연결하고, 각각의 다채널 ADC를 제어부와 연결한 구조가 적용될 수 있다.

[0099] 구체적으로, 도 7에 도시된 바와 같이, 매트릭스 센서부(100)의 검출 전극(102)는 각각 K개씩 그룹화되어 측정그룹 1, 측정그룹 2,,,, 측정그룹 L의 L개의 측정그룹에 연결이 되어지게 됨을 알 수 있다.

[0100] 그리고, 개별 측정그룹들은 도 7에 도시된 바와 같이, 그룹화된 검출 전극(102)에서 발생하는 압력에 따른 전기적 변화를 검출하여 제어부(102)과 디지털 통신을 통해 데이터를 주고받는다. 구체적 실시예에서, 디지털 통신은 보드 내부간 통신을 위한 SPI, I2C, RS232C 등을 활용할 수 있다.

[0101] 또한, 도 8은 1번째 측정그룹의 구성도를 보다 상세하게 도시한 것이다. 각각의 측정그룹은 도 8과 같이 구성되게 된다. 도 8에 도시된 바와 같이, 1번째 측정 그룹의 1번째 검출 전극(102)은 연산증폭기(105)의 음입력에 연결이 된다. 연산증폭기(105)의 양입력은 기준전원(106)에 연결이 된다. 연산증폭기(105)의 음입력은 다시 피드백 임피던스(107)를 통해 연산증폭기(105)의 출력에 연결이 되고 그 출력은 다시 다채널 ADC(108)의 입력에 연결이 된다. 1번째 측정 그룹의 2번째 검출 전극(102) 역시 연산증폭기(105)의 음입력에 연결이 된다. 연산증폭기(105)의 양입력은 기준전원(106)에 연결이 된다. 연산증폭기(105)의 음입력은 다시 피드백 임피던스(107)를 통해 연산증폭기(105)의 출력에 연결이 되고 그 출력은 다시 다채널 ADC(108)의 입력에 연결이 된다. 이와 같은 연결이 반복되어 1번째 측정 그룹의 마지막 K번째 검출 전극(102)은 연산증폭기(105)의 음입력에 연결이 된다.

연산증폭기(105)의 양입력은 기준전원(106)에 연결이 된다. 연산증폭기(105)의 음입력은 다시 피드백 임피던스(107)를 통해 연산증폭기(105)의 출력에 연결이 되고 그 출력은 다시 다채널 ADC(108)의 입력에 연결이 된다.

[0102] 종래의 방법에서는 통상 1개의 연산증폭기를 멀티플렉서(Multiplexer; MUX)를 통해 여러 개의 검출 전극(102)과 연결을 하였다. 멀티플렉서는 다수의 입력과 하나의 출력을 가지고 있는 아날로그 스위치 소자로 종래의 방법에서는 멀티플렉서의 다수의 입력에 다수의 검출 전극을 연결하고 멀티플렉서의 하나의 출력에 하나의 연산증폭기를 설비한 후, 여러 입력을 순차적으로 멀티플렉서 내부의 스위치를 통해 출력에 설비된 연산 증폭기에 연결하였다. 그러나 이러한 경우 스위치를 이용해 입력과 출력을 연결하는 경우 입력과 출력이 연결되는 순간 스위칭 노이즈가 발생한다. 이 스위칭 노이즈는 일정한 시간이 지난 후에 사라지기 때문에 정확한 측정을 위해서는 스위칭 후 일정 시간을 대기하여야 하며 이는 필연적으로 측정 속도의 저하로 이어진다.

[0103] 따라서, 본 발명의 일실시예에서는 연산 증폭기(105)를 모든 검출 전극(102)에 배치하고 연산 증폭기(105) 출력을 다채널 ADC(108)에 연결하여 스위칭 노이즈에 의한 측정 속도 저하를 방지한다. 이러한 방법은 기존의 순차 검출과 달리 병렬 검출 방식이라 칭할 수 있다. 그러나 1개의 다채널 ADC(108)를 이용해 매우 다수의 검출 전극(102)을 동시에 검출할 수 없다. 그 이유는 첫 번째로 다채널 ADC(108)의 입력의 수가 물리적으로 제한이 되어 있고 두 번째로는 다채널 ADC(108) 또한 내부의 스위칭을 통해 개별 검출 전극(102)의 전기적인 변화량을 검출하기 때문에 기존 순차 검출 대비 개선되기는 하지만 스위칭 대기 시간이 필요하기 때문이다.

[0104] 이러한 문제를 해결하기 위해 본 발명의 일실시예에서는 여러 개의 검출 그룹에 각각 개별 다채널 ADC(108)를 설비한 후 한 번에 여러 ADC(108)에서 측정한 데이터를 검출하여 이를 SPI, I2C 등과 같은 디지털 통신을 통해도 7에 도시된 바와 같이, 제어부(102)로 읽어 들어도록 하였다. 특히 SPI와 같은 디지털 통신은 여러 ADC의 출력을 동시에 측정할 수 있어 이에 따라 검출 시간의 획기적인 감소가 가능하다.

[0105] 이하에서는 고속 압력분포측정회로를 이용한 고속 압력분포측정방벙에 대해 설명하도록 한다. 즉, 이하에서는 앞서 언급한 도 9는 앞서 언급한 도 7과 도 8에 도시된 고속측정이 가능한 제어회로의 구동 순서를 도시한 것이다.

[0106] 도 9에 도시된 바와 같이, S41 단계에서 구동 전극(101)을 선택하는 값 p를 1로 설정한다. 구동 전극의 수는 P개이다.

[0107] S42 단계에서 개별 측정 그룹의 검출 전극(102)을 선택하는 값 k를 1로 설정한다. 개별 측정 그룹에 할당된 검출 전극(102)의 총 수는 K개이다.

[0108] S43 단계에서 개별 측정 그룹을 선택하는 값 l을 1로 설정한다. 측정 그룹의 총 수는 L개이다.

[0109] S44 단계에서 l번째 측정 그룹에 대응하는 다채널 ADC(108)의 k번째 입력에 대응하는 검출 전극(102)의 검출값 ADC_l_k를 검출한다.

[0110] S45 단계에서 l이 L과 동일한지를 판단한다. L과 l이 동일하지 않은 경우 모든 측정 그룹을 순환하지 않은 것으로 판단하고 S46 단계로 이동한다. L과 l이 동일한 경우 모든 측정 그룹을 순환한 것으로 판단하고 S47 단계로 이동한다.

[0111] S46 단계에서는 l을 1 증가시키고 S44 단계로 이동한다.

[0112] S47 단계에서는 모든 측정 그룹의 k번째에 대응하는 검출값 집합을 제어부(120)에 전달한다. 또한, S44 단계, S45 단계, S46 단계은 흐름도 상에서 순차적으로 실행되는 것으로 표현하였으나 실제 구현상에서는 동시에 수행된다. 이로 인해 측정 속도의 향상이 이루어질 수 있다.

[0113] S48 단계에서는 구동 전극 p와 검출 전극 q에 대응하는 노드의 검출값을 아래 수학식 1에 의거해 할당한다.

[0114] [수학식 1]

[0115] $q = (l-1) * K + k$

[0116] S49 단계에서는 k와 K가 동일한지를 판단한다. k와 K가 동일한 경우 개별 측정 그룹에 할당된 모든 검출 전극(102)을 순환한 것으로 판단하고, S51 단계로 이동한다. k와 K가 동일하지 않은 경우 S50으로 이동한다.

[0117] S50 단계에서는 k의 값을 1 증가시키고 S44 단계로 이동한다.

[0118] S51 단계에서는 p와 P가 동일한지를 판단한다. p와 P가 동일한 경우 모든 구동 전극(101)을 순환한 것으로 판단

하고 종료를 한다. p와 P가 동일하지 않은 경우 S52 단계로 이동한다.

[0119] S52 단계에서는 p를 1증가시키고 S44 단계로 이동한다.

[0121] 앞서 언급한 바와 같이, 압력분포측정장치는 압력의 분포 형상과 더불어 가해지는 압력의 물리량을 파악하는 장비이다. 그러나 압력분포측정장치의 검출 회로는 압력에 대응하는 디지털 수치만을 제공하므로 이 디지털 수치를 실제 물리량으로 변환하는 과정이 필요하다. 이를 위해서는 디지털 수치와 실제 압력 물리량을 매핑하는 연산이 필요하다.

[0123] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 디지털 수치를 물리량으로 변환하는 방법의 흐름도를 도시한 것이다. 도 10에 도시된 바와 같이, 디지털 수치를 물리량으로 변환하는 방법은, S61 단계에서는 평탄화 과정을 통한 개별 노드의 이득(또는 게인) 조절을 하고, S62 단계에서는 미세 조정을 통해 디지털 수치와 물리량을 매핑한다.

[0124] 이하에서는 앞서 언급한 평탄화 과정을 통한 개별 노드의 이득을 조절하는 단계와, 미세 조정을 통해 디지털 수치와 물리량을 변환하는 단계 각각에 대해 상세하게 설명하도록 한다.

[0125] 도 11은 도 10의 변환방법에서 평탄화를 통한 개별노드 이득조정방법의 흐름도를 도시한 것이다. 도 11의 평탄화 알고리즘은 개별 노드의 이득을 조절하여 노드 간에 존재하는 응답의 편차를 줄이는 목적을 가지고 있다.

[0126] 도 11에 도시된 바와 같이, S71 단계에서 센서의 전체 검출 영역을 일정한 힘으로 인가한다. 인가하는 힘은 통상적으로 센서의 최소 압력치와 최대 압력치의 중간값으로 설정한다. 그 힘(FORCE_BALANCING)은 이하의 [수학식 2]로 구할 수 있다.

[0127] [수학식 2]

[0128] FORCE_BALANCING = { (P_MAX * A_SENSOR) + (P_MIN * A_SENSOR) } / 2

[0129] 수학식 2에서 P_MAX는 센서의 검출 가능한 최대 압력, A_SENSOR는 센서 검출 영역의 면적, P_MIN은 센서의 검출 가능한 최소 압력을 의미한다.

[0130] S72 단계에서는 검출 회로(113)를 통해 모든 센서 노드의 검출치를 파악한 후 검출치가 0이 아닌 노드의 개수를 파악한다. 검출치가 0이 아닌 노드는 압력이 인가되지 않은 노드이다.

[0131] S73 단계에서는 모든 센서 노드의 검출치 중 0이 아닌 검출치의 합계를 계산한다.

[0132] S74 단계에서는 모든 센서 노드 중 검출치가 0이 아닌 노드들의 평균값 (AVERAGE_NONZERO)를 계산한다. 그 계산 수식은 [수학식 3]과 같다.

[0133] [수학식 3]

[0134] AVERAGE_NONZERO = SUM_NONZERO / N_NONZERO

[0135] 수학식 3에서 SUM_NONZERO는 S73 단계에서 구한 검출치가 0이 아닌 노드의 검출치 합계이며 N_NONZERO는 S72 단계에서 구한 검출치가 0이 아닌 노드의 개수이다.

[0136] 그리고, S75 단계에서는 1개의 노드를 선택한다.

[0137] S76 단계에서는 선택된 노드의 검출치가 0인지를 판단한다. 노드의 검출치가 0인 경우는 S78 단계로 이동하고 노드의 검출치가 0이 아닌 경우에는 S77 단계로 이동한다.

[0138] S78 단계에서는 검출치가 0인 노드의 이득을 기본 이득으로 설정한 후 S80 단계로 이동한다. 기본 이득의 값은 통상 1.0으로 설정한다.

[0139] S77 단계에서는 선택 노드의 이득을 계산한다. (i, j) 번째 노드의 이득 G_ij의 계산은 수학식 4를 따른다.

[0140] [수학식 4]

[0141] G_ij = AVERAGE_NONZERO / A_ij

[0142] 여기서 AVERAGE_NONZERO는 수학식 3을 통해 구한 평균값이며 A_ij는 i번째 구동 전극(101)과 j번째 검출 전극

(102)의 교차점에 대응하는 노드의 디지털 검출치이다.

[0143] S79 단계에서는 수학식 4를 통해 계산한 노드의 이득이 지정한 범위 내에 있는지를 판단한다. 노드의 이득이 지정한 범위를 벗어나는 경우는 노드의 이득을 기본 이득으로 재설정한다. 기본 이득은 통상 1.0이다. 지정한 노드의 이득의 범위는 통산 0.5에서 2.0 사이이다.

[0144] S80 단계에서는 모든 노드에 대해 이득을 계산하였는지를 판단한다. 모든 노드에 대해 이득을 계산하였으면 종료를 하고 그렇지 않은 경우에는 S81 단계로 이동한다.

[0145] S81 단계에서는 다음 노드로 이동을 하여 노드의 검출치를 검출하고 S76 단계로 이동을 한다.

[0147] 다음으로는 미세조정을 통한 디지털 수치의 물리량 변화방법(S62)에 대해 보다 상세하게 설명한다. 먼저, 도 12는 도 10의 미세조정방법의 흐름도를 도시한 것이다. 즉, 도 12에서는 이득이 조절된 노드의 검출치를 실제 물리량으로 변환하는 알고리즘의 순서도를 도시한 것이다.

[0148] 도 12에 도시된 바와 같이, S91 단계에서는 미세 조정 포인트의 수 N을 설정한다. N은 0보다 큰 임의의 자연수이다.

[0149] S92 단계에서는 개별 미세 조정 포인트에 대응하는 힘 F_i를 설정한다. 통상 F_1은 센서의 최소 검출 압력에 대응하는 힘이며 F_N은 센서의 최대 검출 압력에 대응하는 힘으로 설정한다.

[0150] S93 단계에서 i는 1로 설정한다.

[0151] S94 단계에서는 힘 F_i를 인가하고 그에 대응하는 개별 노드의 검출치 ADC0_pq를 획득한다. p는 구동 전극(101)의 인덱스이며 q는 검출 전극(102)의 인덱스이다.

[0152] S95 단계에서는 각 노드의 출력 ADC0_pq에 앞서 언급한 도 11에서 구한 개별 노드의 이득 G_pq를 곱하여 이득이 조절된 검출치 ADC_pq를 계산한다.

[0153] S96 단계에서는 ADC_pq의 합 ADC_SUM_i를 계산하고 그 결과를 저장한다.

[0154] S97 단계에서는 i를 1증가 시킨다.

[0155] S98 단계에서는 i가 미세 조정 포인트의 수 N보다 큰지를 판단한다. i가 N보다 크지 않은 경우에는 S94 단계로 이동한다. 그렇지 않은 경우에는 S99 단계로 이동한다.

[0156] S99 단계에서는 j를 1로 설정한다.

[0157] S100 단계에서는 (ADC_SUM_j, F_j)와 (ADC_SUM_(j+1), F_(j+1))에 대응하는 곡선 Y_j의 공식을 계산한다. 이 Y_j의 공식은 1차 선형 피팅 또는 다차 선형 피팅 또는 비선형 곡선 피팅 등의 방법을 적용할 수 있다.

[0158] S101 단계에서는 j를 1 증가시킨다.

[0159] S102 단계에서는 j가 N-1보다 큰지를 판단한다. j가 N-1보다 크지 않은 경우에는 S100 단계로 이동하며 그렇지 않은 경우에는 종료를 한다.

[0160] 도 13은 도 12의 미세조정방법에 사용되는 구간의 도표를 도시한 것이다. 즉, 도 13은 도 12의 미세 조정방법에서 S100 단계를 도식적으로 표현한 것이다.

[0161] 도 13에 도시된 바와 같이, 가로축은 이득이 조절된 검출치의 합(ADC_SUM)이며 세로축은 인가된 힘(F)을 의미한다.

[0162] 도 13은 미세 조정 포인트 수 N은 4인 경우이며 이 때 곡선을 피팅하는 구간은 N-1은 3이 된다. 여기서 그 구간은 I_1, I_2, I_3이다. 구간 I_1의 곡선을 피팅하기 위한 데이터는 (ADC_SUM_1, F_1)과 (ADC_SUM_2,F_2)이며 여기에 통상적으로 사용되는 곡선 피팅 알고리즘을 적용해 직선 공식 Y_1를 구할 수 있다. 마찬가지로 구간 I_2의 곡선을 피팅하기 위한 데이터는 (ADC_SUM_2, F_2)과 (ADC_SUM_3,F_3)이며 여기에 통상적으로 사용되는 곡선 피팅 알고리즘을 적용해 직선 공식 Y_2를 구할 수 있다. 동일하게 구간 I_3의 곡선을 피팅하기 위한 데이터는 (ADC_SUM_3, F_3)과 (ADC_SUM_4,F_4)이며 여기에 통상적으로 사용되는 곡선 피팅 알고리즘을 적용해 직선 공식 Y_1를 구할 수 있다.

[0163] 따라서 앞서 언급한 도 10에서 도 13까지 상술한 내용을 통해 측정 회로의 검출치를 실제 압력 물리량으로 변환

하는 공식을 얻을 수 있게 된다.

[0164] 도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 실시간 물리량 변환방법의 흐름도를 도시한 것이다. 주그 도 14는 이러한 공식을 이용해 실시간으로 측정 회로의 검출치를 실제 압력 물리량으로 변환하는 순서도를 도시한 것이다.

[0165] 도 14에 도시된 바와 같이, S110 단계에서 구동 전극(101)의 인덱스 p를 1로 설정한다. 구동 전극(101)의 수는 P이다.

[0166] S111 단계에서 검출 전극(102)의 인덱스 q를 1로 설정한다. 검출 전극(102)의 수는 Q이다.

[0167] S112 단계에서 p번째 구동 전극(101)과 q번째 검출 전극(102)의 교차점에 대응하는 노드의 검출치 ADC0(p,q)를 검출한다.

[0168] S113 단계에서는 개별 노드의 검출치 ADC0(p,q)에 개별 노드의 이득 G(p,q)를 곱하여 이득이 조절된 검출치 ADC(p,q)를 계산한다.

[0169] S114 단계에서는 ADC(p,q)의 소속 구간을 파악한다.

[0170] S115 단계에서는 ADC(p,q)가 소속된 구간의 곡선 함수를 이용해 압력 물리량을 수학식 5와 같이 계산한다.

[0171] [수학식 5]

[0172] $P(p,q) = Y_i\{ADC(p,q)\}$

[0173] 여기서 P(p,q)는 p번째 구동 전극(101)과 q번째 검출 전극(102)에 대응하는 노드의 물리적 압력값이며 i는 ADC(p,q)가 소속된 구간의 인덱스, Y_i는 ADC(p,q)가 소속된 구간에 대응하는 곡선의 함수이다.

[0174] S116 단계에서는 p와 P가 동일한지를 판단한다. 동일한 경우에는 모든 구동 전극(101)에 대한 순환이 완료된 것으로 판단하고 S118 단계로 이동하며 그렇지 않은 경우 S117 단계로 이동한다.

[0175] S117 단계에서는 p를 1 증가시키고 S112 단계로 이동한다.

[0176] S118 단계에서는 q와 Q가 동일한지를 판단한다. 동일한 경우에는 모든 검출 전극(102)에 대해 순환이 완료된 것으로 판단하고 종료를 하며 그렇지 않은 경우 S119 단계로 이동한다.

[0177] S119 단계(1410)에서는 q를 1 증가시키고 S112 단계로 이동한다.

[0179] 또한, 상기와 같이 설명된 장치 및 방법은 상기 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

부호의 설명

[0180] 100:센서부

101:구동전극

102:검출전극

103:교차점(노드)

104:임피던스

105:연산증폭기

106:기준전원

107:피드백 임피던스

108:다채널 ADC

110:검출부

111:검출스위치

112:검출전원

113:검출회로

120:제어부

130:구동부

131:제1구동전원

132:구동스위치

134:제2구동전원

140:구동회로보드

141:구동회로 커넥터

150:전원부

200:메인보드

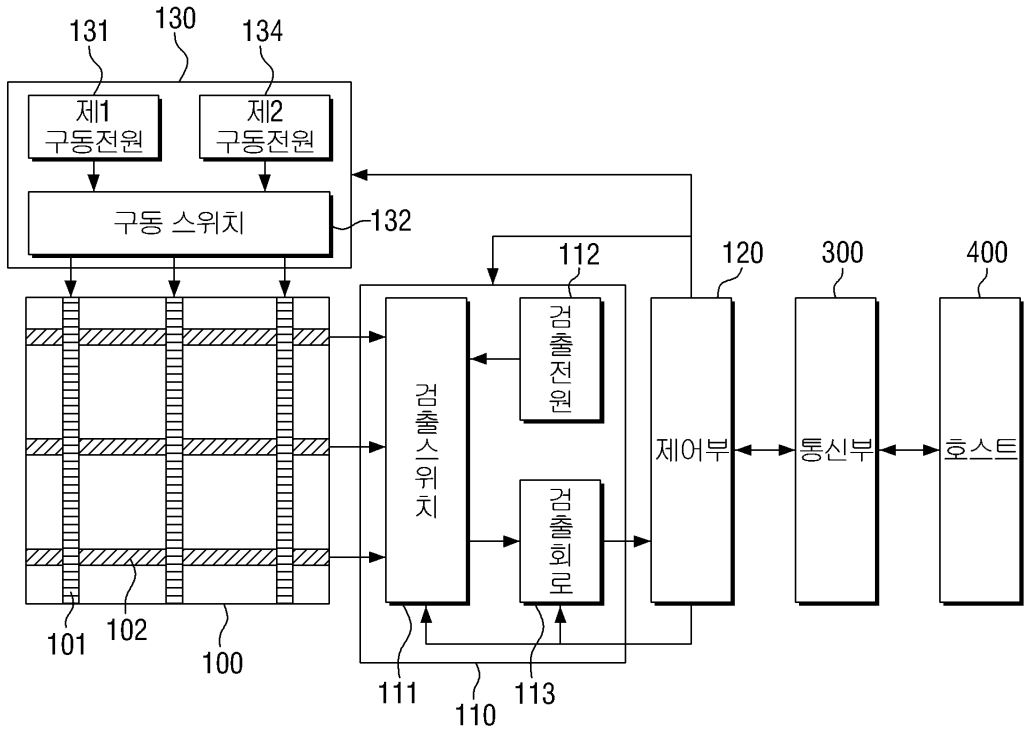
300:통신부

400:호스트

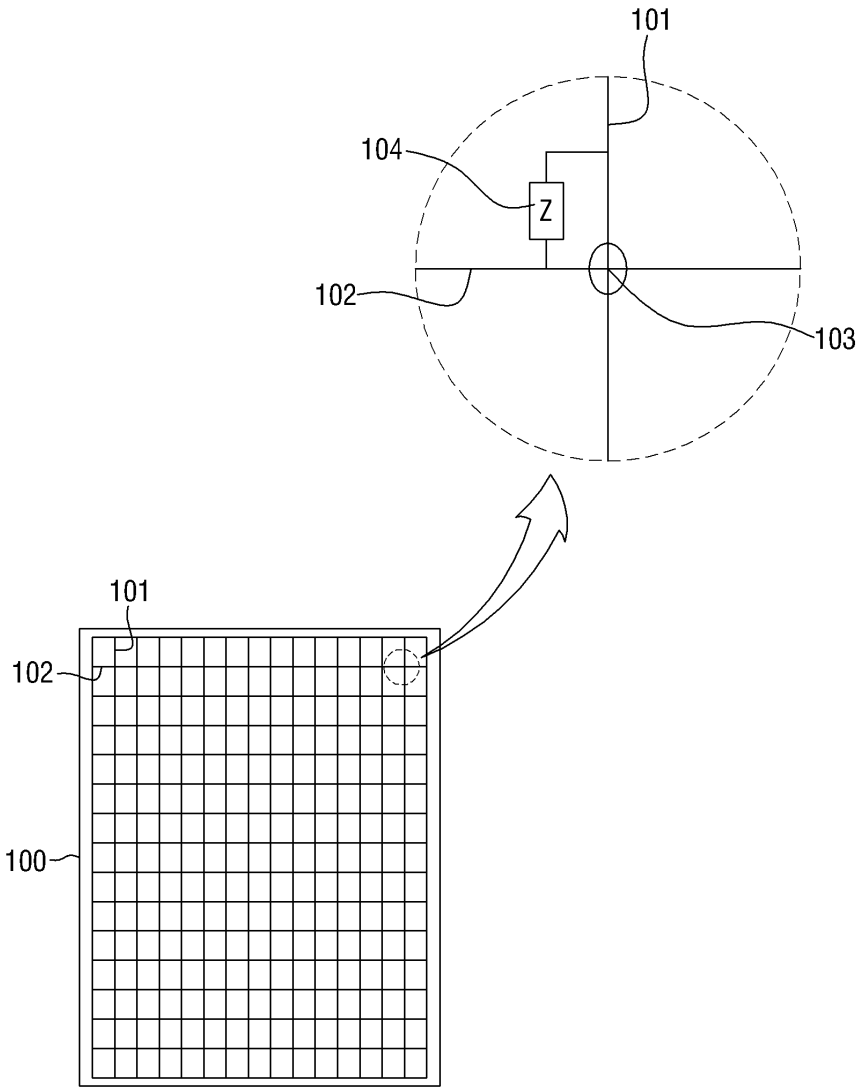
500:매트릭스센서 제어보드

도면

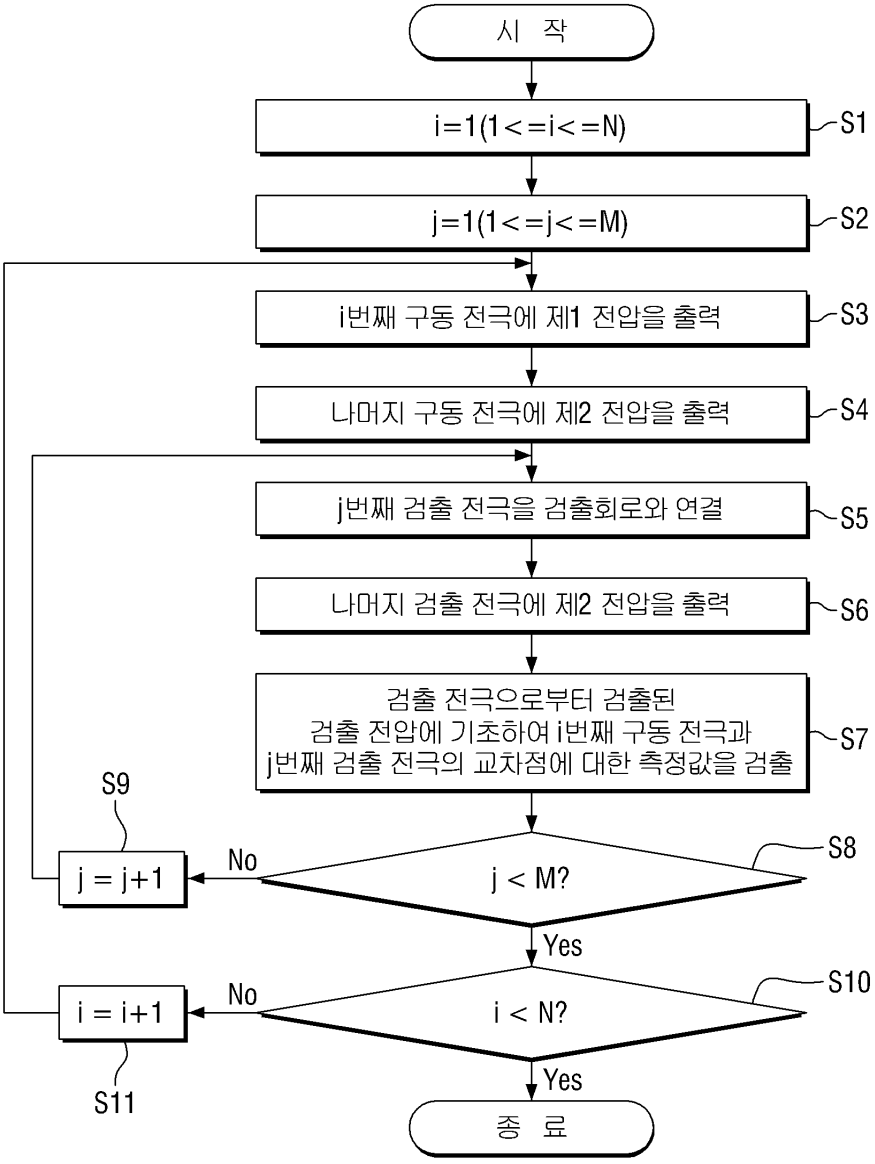
도면1



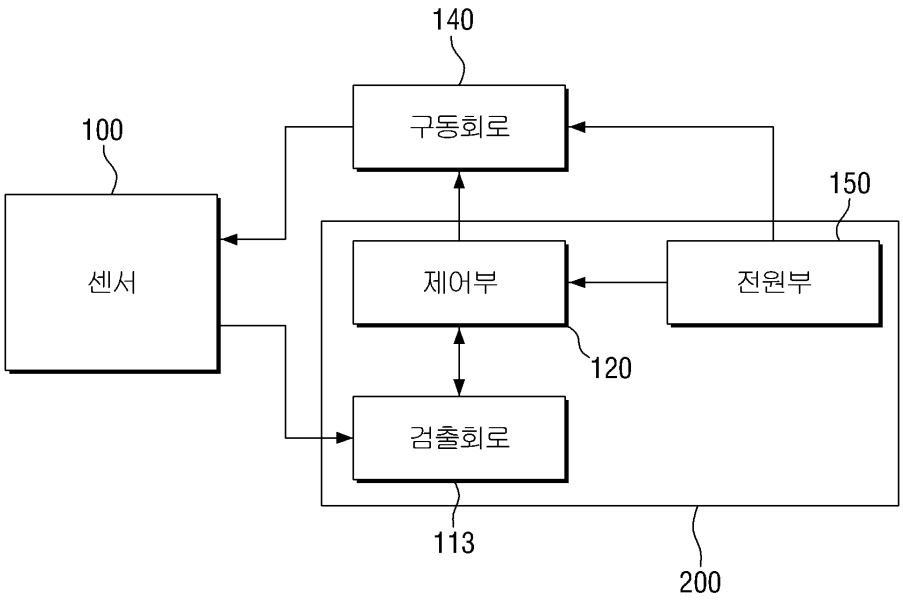
도면2



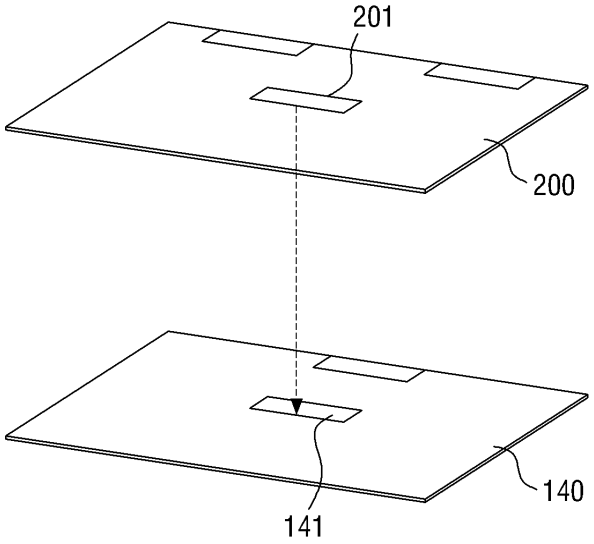
도면3


시 작
i=1(1<=i<=N)
S1
j=1(1<=j<=M)
S2
i번째 구동 전극에 제1 전압을 출력
S3
나머지 구동 전극에 제2 전압을 출력
S4
j번째 검출 전극을 검출회로와 연결
S5
나머지 검출 전극에 제2 전압을 출력
S6
검출 전극으로부터 검출된
검출 전압에 기초하여 i번째 구동 전극과
j번째 검출 전극의 교차점에 대한 측정값을 검출
S7
S8
j < M?
No
Yes
S9
j = j+1
S10
i < N?
No
Yes
i = i+1
S11
종 료

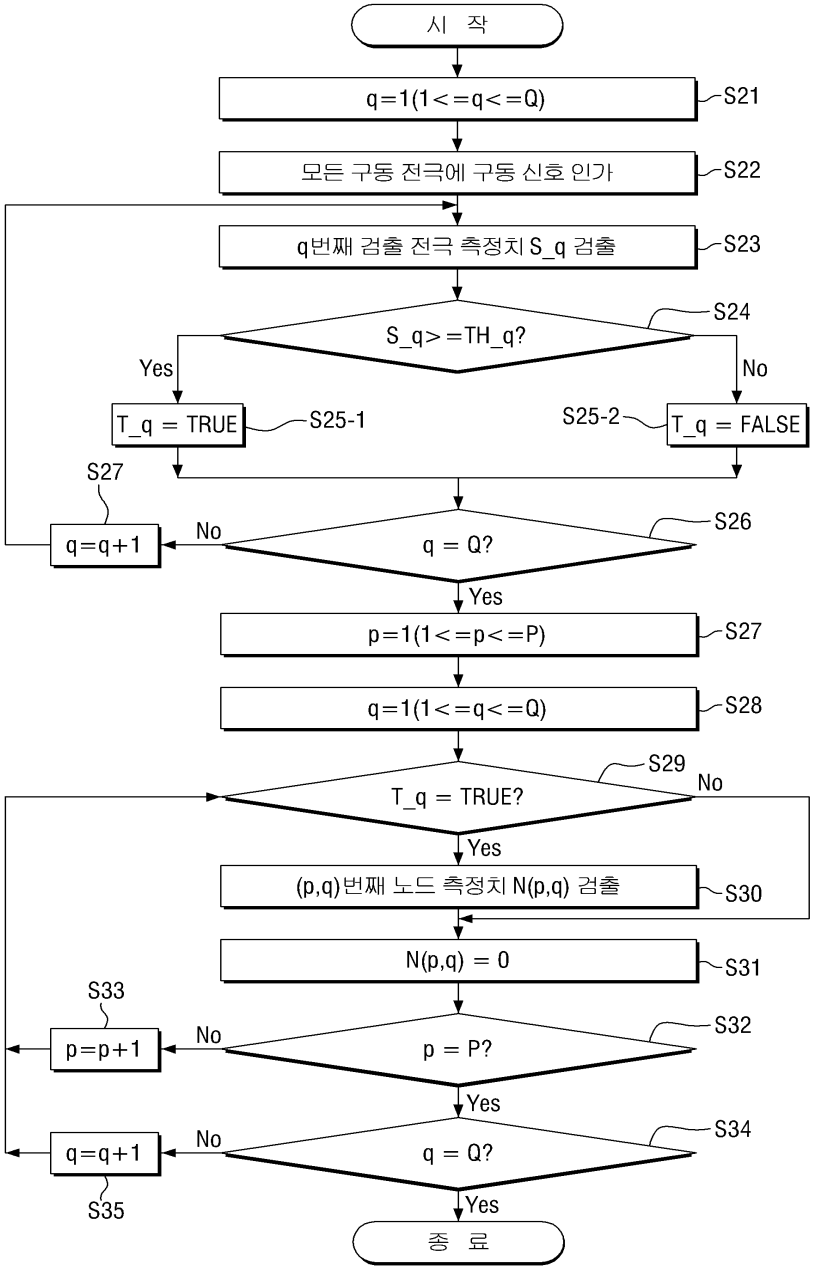
도면4



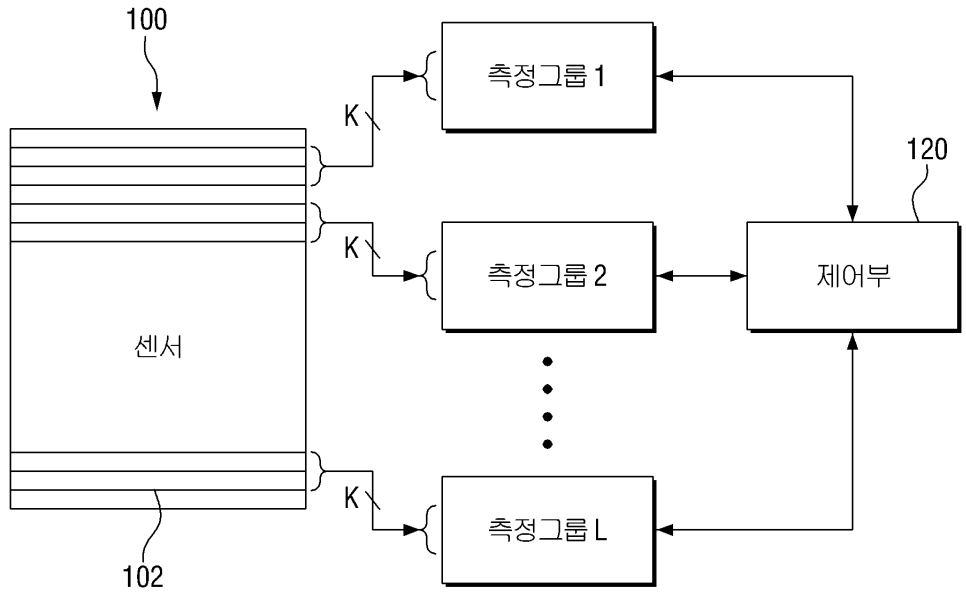
도면5



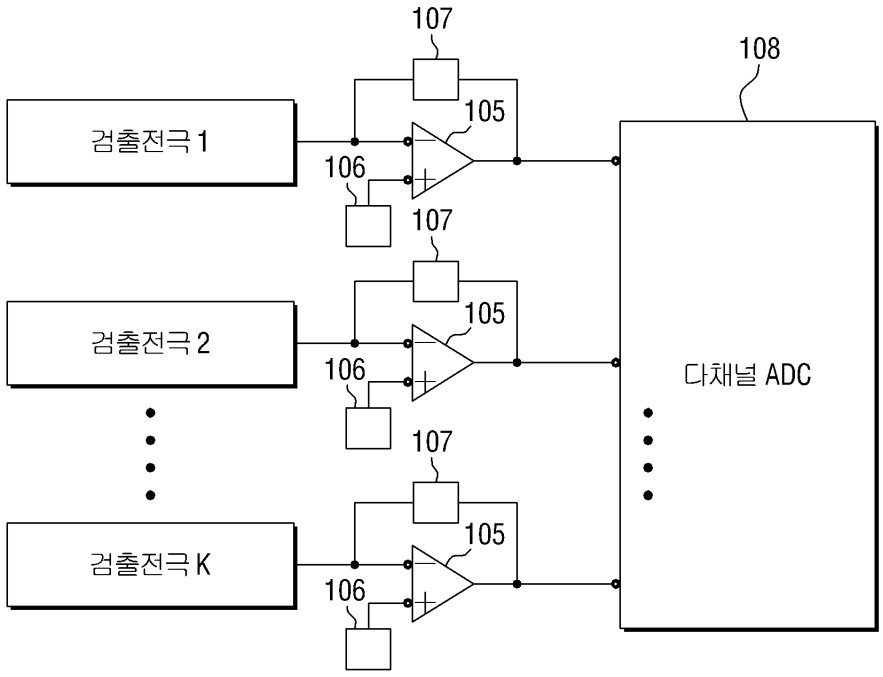
도면6


시 작
q=1(1<=q<=Q)
S21
모든 구동 전극에 구동 신호 인가
S22
q번째 검출 전극 측정치 S_q 검출
S23
S_q>=TH_q?
S24
Yes
No
T_q = TRUE
S25-1
S25-2
T_q = FALSE
S27
q=q+1
No
q = Q?
S26
Yes
p=1(1<=p<=P)
S27
q=1(1<=q<=Q)
S28
T_q = TRUE?
S29
No
Yes
(p,q)번째 노드 측정치 N(p,q) 검출
S30
N(p,q) = 0
S31
S33
p=p+1
No
p = P?
S32
Yes
q=q+1
No
q = Q?
S34
S35
Yes
종 료

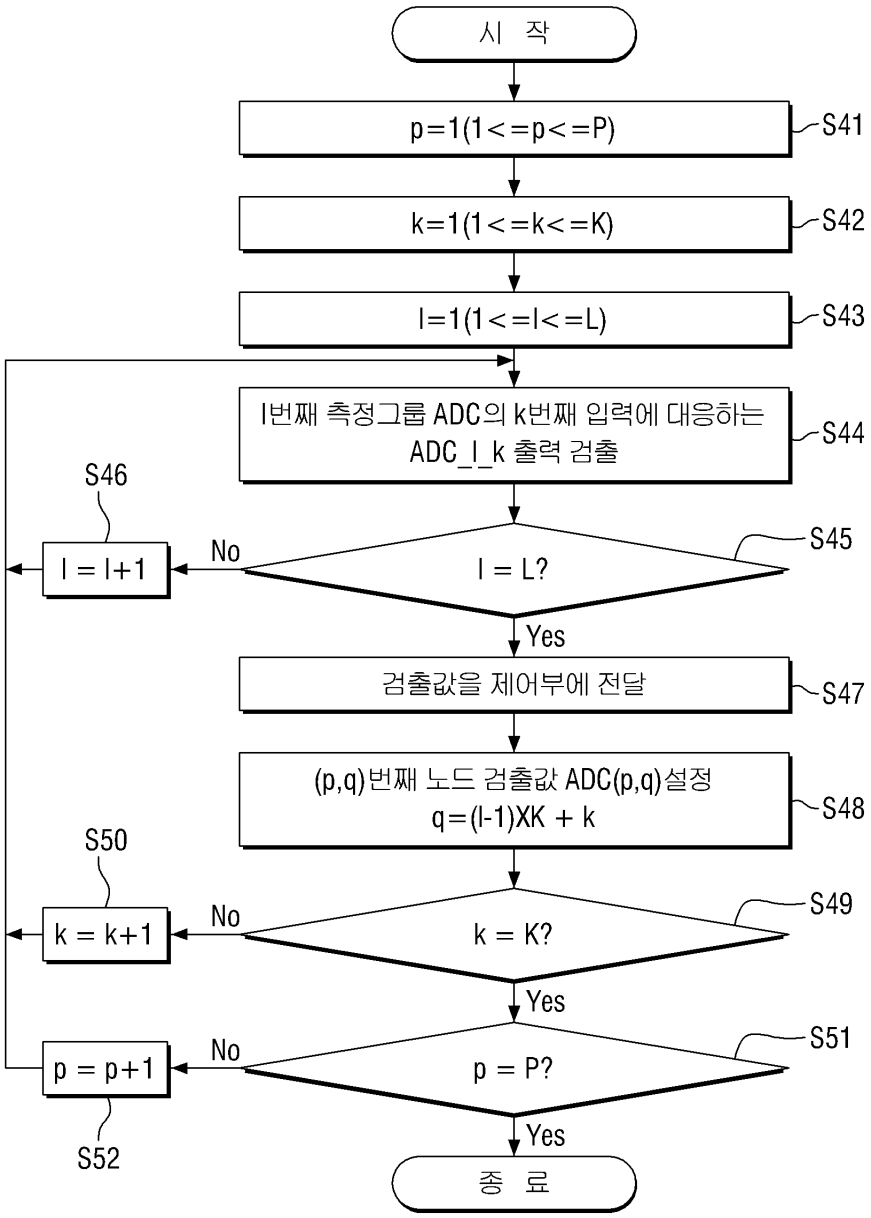
도면7


100
측정그룹 1
K
120
K
측정그룹 2
제어부
센서
K
측정그룹 L
102

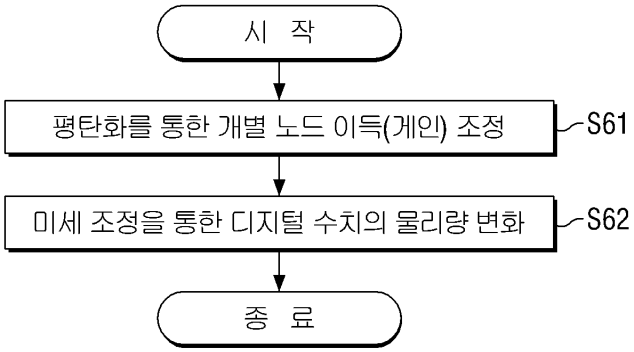
도면8


107
108
검출전극 1
105
106
107
검출전극 2
105
106
다채널 ADC
107
검출전극 K
105
106

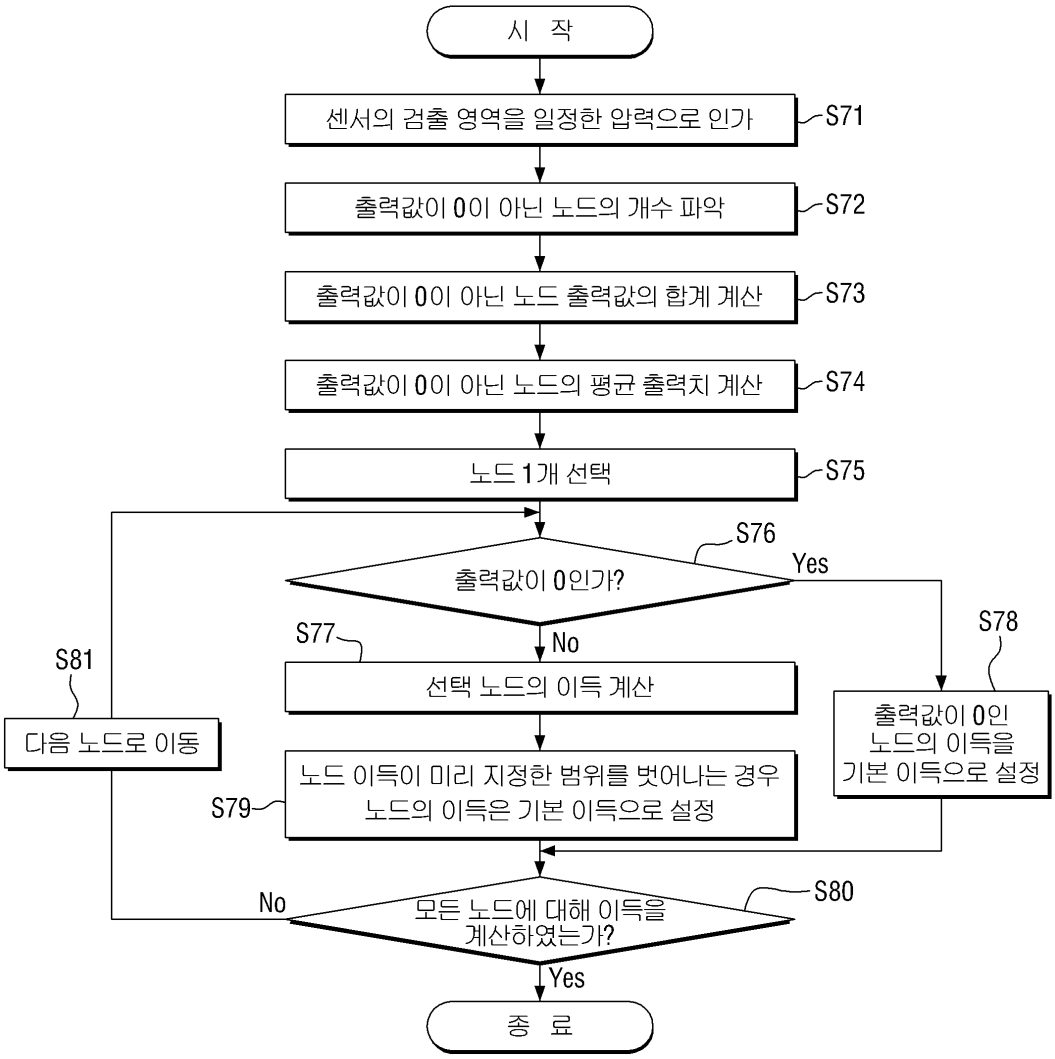
도면9


시 작
p=1(1<=p<=P)
S41
k=1(1<=k<=K)
S42
l=1(1<=l<=L)
S43
l번째 측정그룹 ADC의 k번째 입력에 대응하는 ADC_l_k 출력 검출
S44
S46
l = l+1
No
l = L?
S45
Yes
검출값을 제어부에 전달
S47
(p,q)번째 노드 검출값 ADC(p,q)설정 q=(l-1)XK + k
S48
S50
k = k+1
No
k = K?
S49
Yes
p = p+1
No
p = P?
S51
Yes
S52
종 료

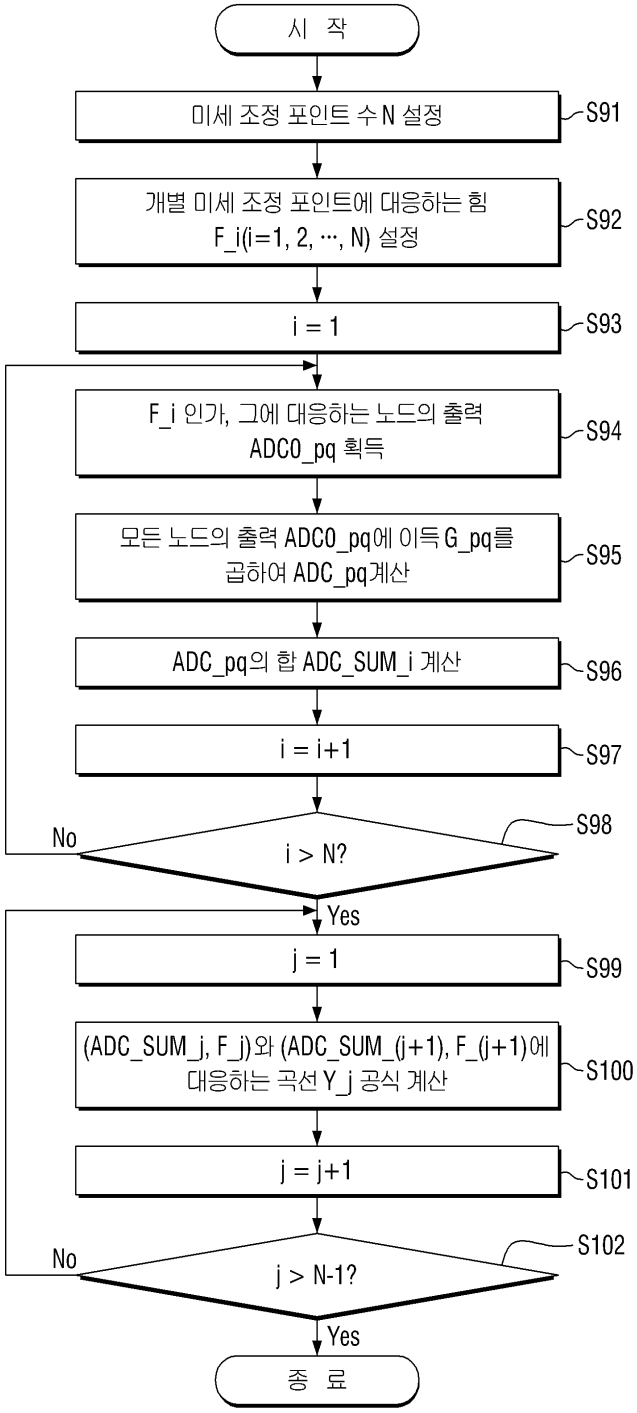
도면10


시 작
평탄화를 통한 개별 노드 이득(게인) 조정
S61
미세 조정을 통한 디지털 수치의 물리량 변화
S62
종 료

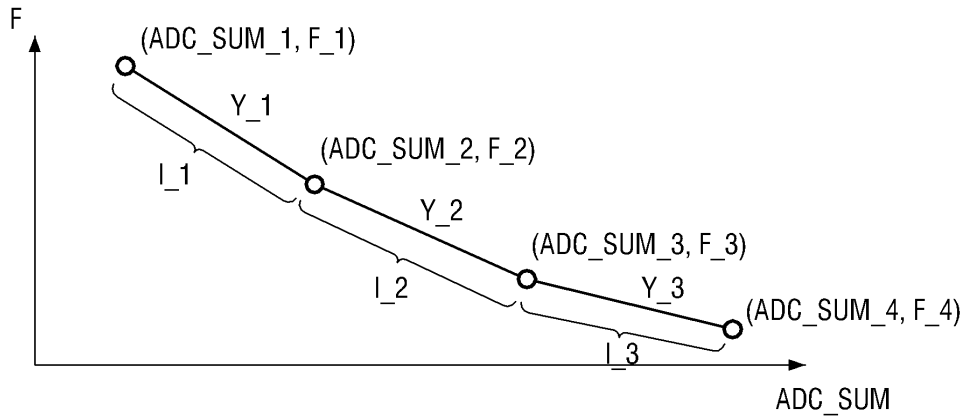
도면11


시 작
센서의 검출 영역을 일정한 압력으로 인가
S71
출력값이 0이 아닌 노드의 개수 파악
S72
출력값이 0이 아닌 노드 출력값의 합계 계산
S73
출력값이 0이 아닌 노드의 평균 출력치 계산
S74
노드 1개 선택
S75
S76
출력값이 0인가?
Yes
No
S77
선택 노드의 이득 계산
S78
출력값이 0인
노드의 이득을
기본 이득으로 설정
S81
다음 노드로 이동
노드 이득이 미리 지정한 범위를 벗어나는 경우
노드의 이득은 기본 이득으로 설정
S79
No
모든 노드에 대해 이득을
계산하였는가?
S80
Yes
종 료

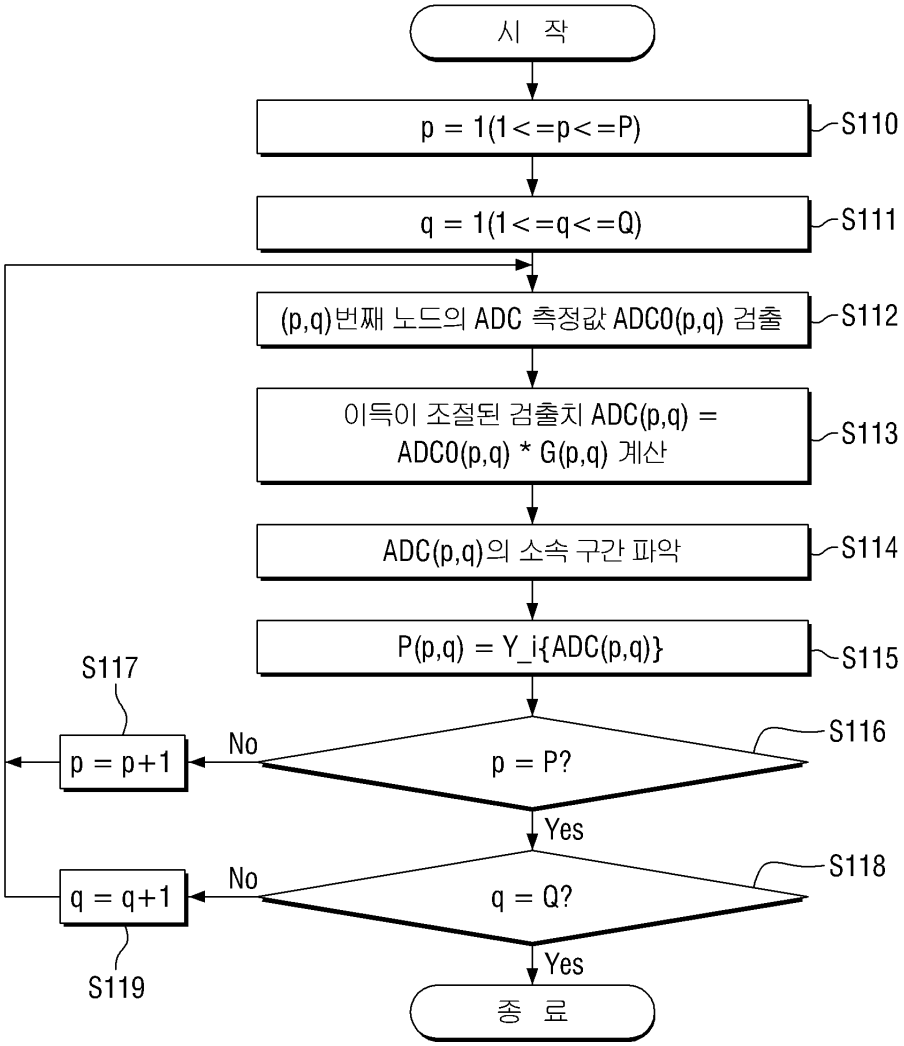
도면12


시 작
미세 조정 포인트 수 N 설정
S91
개별 미세 조정 포인트에 대응하는 힘
F_i(i=1, 2, ···, N) 설정
S92
i = 1
S93
F_i 인가, 그에 대응하는 노드의 출력
ADC0_pq 획득
S94
모든 노드의 출력 ADC0_pq에 이득 G_pq를
곱하여 ADC_pq계산
S95
ADC_pq의 합 ADC_SUM_i 계산
S96
i = i+1
S97
i > N?
S98
No
Yes
j = 1
S99
(ADC_SUM_j, F_j)와 (ADC_SUM_(j+1), F_(j+1)에
대응하는 곡선 Y_j 공식 계산
S100
j = j+1
S101
j > N-1?
S102
No
Yes
종 료

도면13


F
(ADC_SUM_1, F_1)
Y_1
I_1
(ADC_SUM_2, F_2)
Y_2
I_2
(ADC_SUM_3, F_3)
Y_3
I_3
(ADC_SUM_4, F_4)
ADC_SUM

도면14


시 작
p = 1(1<=p<=P)
S110
q = 1(1<=q<=Q)
S111
(p,q)번째 노드의 ADC 측정값 ADC0(p,q) 검출
S112
이득이 조절된 검출치 ADC(p,q) = ADC0(p,q) * G(p,q) 계산
S113
ADC(p,q)의 소속 구간 파악
S114
P(p,q) = Y_i{ADC(p,q)}
S115
S116
p = P?
No
S117
p = p+1
Yes
S118
q = Q?
No
q = q+1
S119
Yes
종 료