

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

<b>(51) Int. Cl.</b>	<b>(11) 공개번호</b>	10-2006-0023979
<i>G01B 7/28 (2006.01)</i>	<b>(43) 공개일자</b>	2006년03월15일

---

<b>(21) 출원번호</b>	10-2005-7022926		
<b>(22) 출원일자</b>	2005년11월30일		
번역문 제출일자	2005년11월30일		
<b>(86) 국제출원번호</b>	PCT/IB2004/001778		
국제출원일자	2004년05월21일		
	<b>(87) 국제공개번호</b>	WO 2004/107157	
		국제공개일자	2004년12월09일

---

<b>(30) 우선권주장</b>	0312516.8	<b>2003년05월31일</b>	영국(GB)
-------------------	-----------	--------------------	--------

<b>(71) 출원인</b>	코닌클리즈케 필립스 일렉트로닉스 엔.브이. 네덜란드 앤엘-5621 베에이 아인드호펜 그로네보드세베그 1
-----------------	--

<b>(72) 발명자</b>	반 베르켈 코넬리스 영국 알에이치1 5에이치에이 서레이 레드힐 크로스 오크 레인필립스 인 텔렉츄얼 프로퍼티 앤드 스탠다드
-----------------	---

<b>(74) 대리인</b>	김창세 김원준
-----------------	------------

**심사청구 : 없음**

---

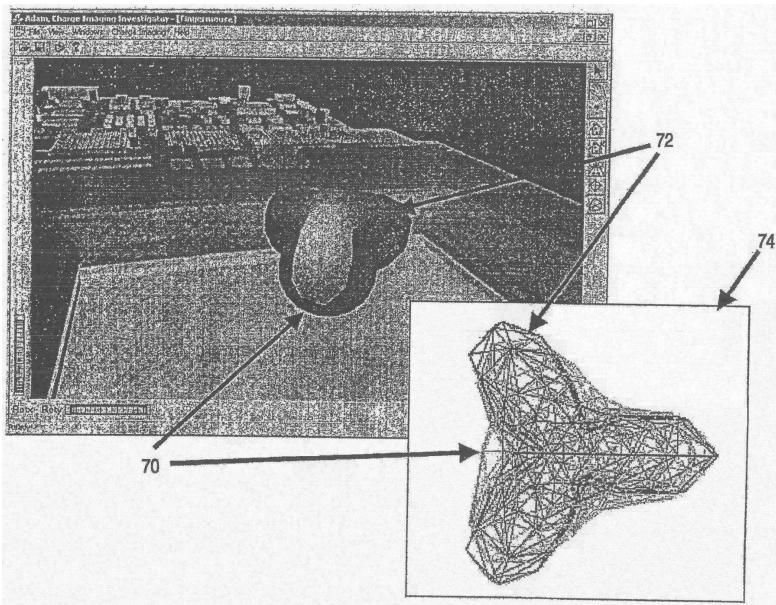
**(54) 오브젝트 형상 결정 방법 및 시스템**

---

**요약**

처리 수단(12)과 정전 감지 장치(20)를 이용하는 시스템이 기술되고, 그 시스템 작동 방법에서는, 소정 형상의 오브젝트에 대한 정전 산출(44, 46)의 반복(56) 및 감지된 정전 측정치(40)로부터 미지의 오브젝트의 형상이 계산된다(42, 70). 상기 소정의 오브젝트의 형상(70)은, 그 오브젝트 형상이 결정될 때까지 상기 방법의 각각의 반복에서 상기 미지의 오브젝트 형상(72)으로 바뀐다(60, 74). 이 형상의 변화는 상기 소정 형상에 적용된 전하 분포에 의거하는 정전 전위의 0 유팍을 계산하는 것에 의거한다.

**대표도**



## 명세서

### 기술분야

본 발명은 정전 감지로부터 오브젝트의 형상을 결정하는 방법, 결정된 형상에 의거해서 디바이스나 장치를 제어하는 방법, 및 상기 방법들을 실행하기 위한 처리 수단 및 정전 감지 소자를 구비하는 장치에 관한 것이다. 본 발명은, 특히, 오브젝트 형상 결정이 동작 인식 등에 사용될 수 있어서 비접촉 제어 및 상호작용을 제공할 수 있는 컴퓨터 시스템, 디스플레이, 가정용 전자 기기, 및 기타 쌍방향성 기기들에의 애플리케이션을 포함하지만 그것들로 한정되지는 않는다.

### 배경기술

컴퓨터, 자동판매기, 디스플레이, 휴대 전화, 휴대 정보 단말(PDA), 또는 휴대용 컴퓨터 등의 디바이스들과 상호작용하기 위한 많은 기술들이 알려져 있다. 예를 들어, 키보드/키패드 및 마우스를 통한 직접 입력이 대부분의 컴퓨터 사용자들에게 잘 알려져 있다. 그래픽 사용자 인터페이스는 특히 디스플레이 상에 위치 및 동작을 그래픽으로 나타내는 포인팅 디바이스(pointing device)(마우스)의 제어 하에 포인터를 가지고 "포인트 앤드 클릭" 메타포(metaphor)를 사용한다. 압력 혹은 용량 감지 기술에 의거한 터치스크린 기술은 휴대용 컴퓨터와 함께 사용되는 플라스틱 "펜(pen)"을 구비하여 직관적인 상호작용을 제공하는 것이 점점 일반화되고 있다.

디바이스와의 사용자 상호작용을 제공할 수 있는 다른 기술로는, 종종 의사 정전 감지라고 불리는 전계 감지 기술이 있다. 일반적으로, 제 1 송신 전극은, 교류 전압의 인가에 의해서 여기되면, 용량성 결합으로 인하여, 제 2 수신 전극과 전계 라인들을 형성하고, 이것은 제 2 수신 전극에 변위 전류를 유도한다. 오브젝트가 상기 전극들 근처에 배치되어 확장 전계 라인들 내에 배치되면, 그 전계 라인들 중 일부가 그 오브젝트에 의해서 차단되어 용량성 전류의 감소를 야기한다. 따라서, 상기 전극들에 매우 근접하게 위치한 오브젝트의 존재는 전류를 모니터하여 감지할 수 있다.

미국 특허 제 6,025,726호에는 컴퓨터 및 기타 애플리케이션들을 위한 전계 감지 장치가 개시되어 있다. 사용자의 손가락, 손, 혹은 전신의 위치가 의도된 애플리케이션에 의거해서 감지될 수 있다. 미국 특허 제 6,025,726호에 기술된 바와 같은 회로 및 배치는 다소 부피가 크고 복잡해서 디스플레이를 구비한 랙톱 혹은 소형의 휴대 디바이스에 집적되기가 어렵다. 또, 상기 문헌에 개시된, 오브젝트 등의 위치를 대략적으로 결정하는 방법은, 송신기 및 수신 전극들 간의 전계가 쌍극자장(dipole field)에 의해서 나타내어진다고 하는 부정확한 물리적 가정, 및 상기 전계가 오브젝트의 존재에 의해 교란되지 않는다고 하는 부정확한 가정에 의거한다. 이러한 시스템 및 방법에 있어서는, 오브젝트의 삼차원 형상을 결정하는 것이 문제다.

따라서, 동작 인식을 통한 제어 등을 가능하게 하기 위하여 오브젝트의 삼차원 형상을 결정할 수 있는 전계 감지 방법 및 장치가 필요하다.

## 발명의 상세한 설명

본 발명의 제 1 양상에 따라, 복수의 정전 수신 수단 및 적어도 하나의 정전 송신 수단을 구비한 감지 장치로부터 연장하는 정전 감지 영역에 배치된 미지의 오브젝트의 형상을 결정하는 방법으로서, 상기 미지의 오브젝트에 의해서 각 수신 수단에 유도된 전하의 변화를 측정하고 상기 전하 측정치들을 제 1 전하 이미지 데이터세트( $C_f$ )로서 기억하는 스텝과, 상기 소정의 형상을 규정하는 점 좌표들을 나타내는 소정의 형상 데이터세트(PSD)를 검색하는 스텝과, 상기 제 1 전하 이미지 데이터세트( $C_f$ )에 대하여 사실상 상기 측정된 전하 이미지( $C_f$ )가 될 상기 소정 형상에 요구되는 전하 분포를 나타내는 전하 분포 데이터세트( $q'$ )를 결정하는 스텝과, 상기 전하 분포 데이터세트( $q'$ )에 대응하는 감지 영역 내의 정전 전위 분포를 산출하는 스텝과, 상기 정전 전위 분포가 0에 가까운 감지 영역 내에 있는 점들에 대응하는 좌표들을 포함하는 새로운 형상의 데이터세트를 생성하는 스텝과, 상기 새로운 형상의 데이터세트와 상기 소정 형상 데이터세트간의 차를 소정 임계와 비교함으로써 감지 영역 내에 있는 상기 미지의 오브젝트의 형상을 나타내는 새로운 형상 데이터세트를 결정하는 스텝을 포함하는 방법이 제공된다.

본 발명의 제 2 양상에 따라서, 상술한 바와 같은 제 1 양상에 따라 오브젝트 형상을 결정하고, 상기 결정된 오브젝트 형상과 관련된 제어 동작을 사전에 규정된 형상들과 관련된 제어 동작들의 리스트로부터 선택하고, 상기 선택된 제어 동작을 실행하는 것을 포함하는 디바이스를 제어하는 방법이 제공된다.

본 발명의 제 3 양상에 따라서, 센서 장치로부터 확장된 정전 감지 영역 내에 배치된 미지의 오브젝트의 형상을 결정하는 시스템으로서, 적어도 하나의 정전 송신 수단과, 복수의 정전 수신 수단과, 소정 형상 데이터세트를 저장하기 위한 기억 수단과, 상기 제 1 관점에서 설명한 바와 같이 정전 감지 영역에 배치된 미지의 오브젝트의 형상을 결정하기 위한 처리 수단을 구비하는 시스템이 제공된다.

상술한 방법 양상은 일반적으로 산출된 정전 전위 윤곽에 의거해서 소정 기지의 오브젝트의 형상을 점차 변경시킴으로써 미지의 오브젝트의 형상을 결정한다. 상기 소정의 형상의 변경은 소정 형상에 대한 (가상의) 전하 분포를 산출하는 것에 의해서 유도되는데, 상기 산출은 틱호노브 정규화(Tikhonov regularization) 등의 정규화 과정을 사용할 수 있도록 하는 접지된 전도체 등의 소정 오브젝트를 고려함으로써 유도된다.

이어서, 상기 가상의 전하 분포로 인한 정전 전위 분포가 산출되고, 상기 소정 형상은 0 정전 전위 윤곽의 위치와 삼차원 공간에서 보다 가깝게 정렬하도록 변경된다. 이와 같이, 소정의 기지의 가상의 오브젝트 형상은 기지의 형상에 대한 가장 타당한 추측과 같이 정전 전위 윤곽(0)을 사용하여 점차 변경된다.

하나의 실시예에서, 상기 장치는, 상기 방법 양상들을 실행하도록 동작할 수 있는 마이크로프로세서를 구비한 컴퓨터 시스템을 포함하고, 그 프로세서와 컴퓨터는 몇 개의 수신 전극들과 몇 개의 송신 전극들을 구비한 정전 감지 판에 링크되어 있다.

또, 상기 형상을, 삼각형 요소들이 맵핑(mapping)되는 주변 점 좌표들의 형태로 기억하기 위한 메모리 기억장치가 제공된다. 오브젝트가 수신 전극들에 의해서 감지될 때(출력 전류의 변화로 나타나어질 때), 상기 프로세서는 각 수신기에 수신된 전하를 모니터링하고, 메모리에 기억된 기지의 오브젝트 형상으로 적당한 가상 또는 가설 전하 분포를 맵핑하고, 0 정전 전위 윤곽을 산출하고, 각 삼각형 요소의 위치를, 충분한 적합(satisfactory fit)을 찾을 때까지 정규화 과정에 의해서 유도된 상기 윤곽으로 변경한다.

상기 프로세서는, 감지 판에서 측정된 전하와 가상의 전하 데이터세트로 인해 생성되어 측정될 전하 간의 차(difference) 제곱합을 비교하고, 상기 합이 예를 들어 5% 차의 소정 임계 이하일 때 상기 처리를 종료함으로써 충분한 적합을 결정할 수 있다.

따라서, 소정 형상(예를 들어, 구)은, 그 형상이 장치 근방에 위치된 기지의 형상(예를 들어, 염지를 모양의 손)에 가까워질 때까지 요소마다 변경된다.

따라서, 반복 수렴 처리가 얻어지고, 이것은 미지의 오브젝트들의 형상이 전계 감지 장치에서 결정될 수 있도록 한다.

또, 상기 장치는 디스플레이 수단과 그래픽 사용자 인터페이스를 구비하고, 상기 장치에서는, 상기 소정 형상과 관련된 제어 동작이 상기 형상이 결정될 때 실행된다.

본 발명의 다른 실시 양상에 따라서, 프로세서가 상술된 방법을 실행하도록 지시하는 명령들을 포함하는 프로그램 코드가 상기 제공된 명령들을 포함하는 프로그램 코드 캐리어로서 제공된다.

본 발명의 또 다른 실시 양상에 따라서, 디바이스를 제어하는 방법이 제공되는데, 상기 제어는 제 1 양상에서 기술한 바와 같이 오브젝트의 형상의 결정에 의거한다.

본 발명의 추가 특징 및 장점들은 첨부한 청구범위에 기술되어 있고, 그 개시는 여기에 참조로 인용되며 독자들은 이것에 주목해야 한다.

### 도면의 간단한 설명

이하 본 발명에 대하여 첨부 도면을 예로써 참조하여 설명한다.

도 1은 전계 감지 센서 판에 링크된 개인용 컴퓨터를 나타낸다.

도 2는 상기 감지 판을 보다 자세하게 나타낸다.

도 3은 본 발명에 따른 방법의 스텝들을 나타내는 흐름도이다.

도 4는 본 발명에 따른 제어 방법의 스텝들을 나타내는 흐름도이다.

도 5는 본 발명에 따른 방법을 구현하는 컴퓨터의 디스플레이의 화면 예이다.

상기 도면들은 개략적인 것이고 축적하여 도시한 것이 아니다. 이들 도면들에서 부분들의 상대적인 치수 및 비율은, 도면의 명확성 및 편리성을 위해서, 과장 혹은 축소하여 나타내었다. 동일 참조 부호는 일반적으로 변경될 실시예들 및 상이한 실시예들에서 대응 혹은 유사 특징들을 나타내기 위해서 사용된다.

### 실시예

짧게 설명할 실시예는, 집적된 전계 감지 전극들 및 회로 구성요소들을 구비한 전계 감지 판 형태의 감지 장치에 연결된 IBM 호환성 개인용 컴퓨터(PC)를 갖춘 시스템을 포함한다. 통상 PC는 범용 마이크로프로세서 형태의 처리 수단을 갖는다. 메모리에 로드(load)되어 마이크로프로세서에 의해서 실행될 때 본 발명의 양상들이 실행되도록 하는 프로그램들을 기억하기 위해서 자기 하드디스크 드라이브, 메모리, 광디스크 드라이브 등의 기억장치가 제공된다. PC는 전계 감지 판에서 먼 곳에 있을 수 있으며, 감지된 측정치들을 PC에 제공할 때 필요한 접속 링크가 PC와 전계 감지 판 사이에 구비된다. 상기 링크는 직접적인 수단(예를 들어, 시리얼(serial), USB, 또는 파이어와이어(firewire) 구현들)이나 간접적인 수단(예를 들어, 이더넷(Ethernet)을 통한 네트워크 링크, 유선 혹은 무선)에 의해 제공될 수 있다.

당업자라면, 상기 시스템의 정확한 구조는 의도된 애플리케이션 시나리오에 의거할 것임을 쉽게 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 지역 직접 접속은 오브젝트 형상 결정의 적어도 일부에 의거한 가정용 PC 기반의 사용자 상호작용 및 제어를 총족시킬 것이지만, 네트워크 링크가 보안 및 접속 제어 애플리케이션들을 위해 보다 적절할 수 있다. 또, 당업자라면, 기억장치, 처리 수단, 감지 장치를 구비하는 가정용, 휴대용, 혹은 기타 전자 기기들이 본 발명을 구현할 수도 있음을 알 수 있을 것이다.

도 1은 본 발명을 구현하는 시스템을 개략적으로 나타낸다. 이 시스템은, 시리얼 RS232 데이터 링크(11)에 통해서 전계 감지 디바이스(S)(20)에 연결된 PC(10)를 포함한다. PC(10)는 인텔사의 펜티엄급 마이크로프로세서(12) (또는 AMD에 의해 제조된 동급 사양의 마이크로프로세서)를 구비하고, 마이크로프로세서(12)는 데이터 버스(13)를 통해서 기억디바이스(14)(RAM), 하드디스크 드라이브(HDD)(16) 및 광디스크 드라이브(17)에 연결된다. 본 발명의 방법 양상(aspect)들은 콤팩트디스크 미디어(17a)에 처음부터 제공되는 소프트 코드(17b)로서 구현된다. 코드(17b)는 지역 기억디바이스 및 실행을 위해 하드디스크 드라이브(16)에 복사된다. 그 코드는 플래시 램 카드나 플로피 디스크 등의 기타 캐리어 미디어에 제공될 수도 있고, 또는 인터넷을 통해서 신호로서 운반되어 사용자의 요구에 따라 PC에 다운로드될 수도 있다. 일단 PC(10)에 공급된 코드(17b)는 일반적으로 하드디스크 드라이브(16)에 인스톨되어 마이크로프로세서(12)에 의해서 실행될 것이다. 마이크로소프트 윈도우즈 XP 등의 운영 시스템 코드도 PC가 정상적인 동작을 할 수 있도록 하기 위해서 제공된다.

도 2는 감지 디바이스(S)(20)를 보다 자세히 나타낸다. 감지 판(20)은 복수의 전계 수신 전극들(R)(21a, 21b, 21c, ...)과 다수의 송신 전극들(T)(31a, 31b, 31c, ...)을 포함하고, 상기 전극들은 체커보드(checkerboard) 패턴 또는 교호 패턴으로 배열되어 있다. 감지 판은, 매트릭스 모양으로 배열된 800×600개의 개별 전극들을 포함할 수도 있다. 명확하게 하기 위해서, 도 2에는 몇 개의 열과 행만을 나타낸다. 구성, 감지 어레이(sensing array)를 구비한 상기 감지 판(20)의 회로 레이아웃 및 회로 구성요소들은, 예를 들어, 각각의 디스플레이 피셀에 접적된 전극들을 갖는 폴리실리콘계의 박막 트랜지스터 액정 디스플레이에 옵션으로서 접적될 수 있다. 감지 판 기술 및 감지 판 배열 및 회로들의 예는 본 출원과 발명자가 동일하고 본 발명의 동시 국제 출원이며 2002년 12월 27일에 공개된 WO02/103621호에 보다 자세히 기술되어 있으며, 그 내용은 여기에 인용되어 있음을 독자들은 주의한다.

작동 중에, 상기 판(20)은 오브젝트(object)의 존재에 의해 수신 전극들에 유도된 전하의 변화를 측정하고, 측정된 전하의 변화는 시리얼 링크(11)를 통해서 PC(10)에 제공되어 프로그램(17b)에 통해서 분석되는데, 상기 프로그램은, 최초 인스톨 시에 사용자에 의해서 입력되거나 혹은 프로그램/PC(10)와 감지 판(20) 간의 최초 플러그 앤드 플레이 타입의 교환(exchange)에서 자동으로 검출되는, 부착된 감지 판의 구성 및 타입에 관한 기하학적 정보를 포함한다.

이하, 감지 판(20) 위에 있는 영역에서 감지 판에 가깝게 위치한 오브젝트의 형상을 결정하는 것에 대하여 설명한다. 일반적으로, 교류 전위 전압(이 경우  $V=20V$ ,  $f=100kHz$ )이 각 송신 전극들(31a, 31b, 31c)에 인가된다. 이것은, 감지 판(20)에 의해서 규정된 접지면 위에 있는 감지 영역 내에 위치된 전도성 오브젝트(사람의 손은  $f=100kHz$ 에서 전도체로 간주될 수 있다)의 표면상에 전위를 유도한다. 이어서, 이 전위는, 오브젝트 표면상에, 전하 분포에 의한 전위가 송신기 전위와 같지만 반대 부호를 갖도록 전하를 유도하여, 오브젝트 표면에 있어서의 네트 전위가 0이 되도록 한다. 마지막으로, 오브젝트에 유도된 전하는 감지 판(20)에서의 전하 분포의 변화를 야기하고, 이 변화는 수신 전극들(R)(21a, 21b, 21c)에 의해서 측정된다. 감지 판에 유도된 상기 전하의 변화는 전계 혹은 정전(용량) 감지의 기술분야에서는 종종 "전하 이미지"라고 불린다.

원칙적으로, 전하 이미지를 모니터하고 그 전하 이미지로부터 정전 이론, 전위 분포 및 아이덴티티를 사용해서 오브젝트 형상을 갖는 0전위 윤곽(contour)을 계산할 수 있다. 그러나, 감지 판(20)에 의해서 실제로 측정된 전하의 변화는 일반적으로 수신 전극 당 수내지 1 펌토페럿(femtoFarads)이므로 본래부터 노이즈에 민감하다. 노이즈에 의해서 측정된 전하 이미지에 도입된 불확실성은, 발명자가 아는 한, 어떠한 알고리즘(나아가 그 알고리즘의 컴퓨터 구현)이 감지 영역 내의 오브젝트의 유망한 형상을 결정하는 유효한 근으로 수렴하는 것을 방해해 왔다.

수학자들의 말을 빌면, 오브젝트와 송수신기 간의 전계 감지 상호 작용을 좌우하고 기술하는 정전 수학식들은 잘못 설정된 매트릭스 수학식들을 설정한다. 따라서, 매트릭스 수학식들의 근으로의 수렴은 거의 보장되지 않고, 근으로의 수렴이 얻어지는 한정된 경우들에 있어서는, 물리적이지 않은 오브젝트 형상이나 전하 분포들이 생긴다.

그러나, 출원인들은, 수학적으로 설명하면, 절연체인 기지의 가장 오브젝트 상의 전하 분포가, 그 가장 오브젝트를 전도체로 취급했을 때의 그 기지의 가장 오브젝트 상에 초래될 전하 분포와 유사할 것이라고 가정에 의해서 상기 문제가 조정될 수 있음을 깨달았다.

또, 상기 조정은 감지 판(20) 위의 3차원 영역 내에서의 정전 전위 분포가 평가될 수 있게 한다. 결정적으로, 상기 가정은, 그 영역에 있어서의 0 정전 전위 윤곽은 그 형상에 있어서 상기 이미지 전하를 생성하는 실제 오브젝트의 유품에 가까울 것임을 암시한다. 따라서, 그 윤곽을 사용하여, 상기 시스템을 혼란시키고 측정된 전하의 변화를 생성하는, 실제 오브젝트와 그 형상에 있어서 가까운 새로운 가장 오브젝트를 구성할 수 있다.

이에 대해서는 도 3을 참조하여 지금부터 설명한다. 도 3은 도 1의 컴퓨터 시스템 실시예에서 구현된 바와 같은 본 발명의 하나의 방법 양상에 따른 스텝들을 나타낸다.

도 3은, 컴퓨터(10)가 감지 판(20)에 의해 출력된 전하를 모니터하는 스텝(40)부터 시작한다. 이어서, 사용자가, 예를 들어, 감지 판(20) 위에 손 등의 오브젝트를 놓으면, 각 수신 전극들(21a, 21b, 21c)로부터 전하의 변화가 컴퓨터에 제공되고, 컴퓨터는 상기 전하를 제 1 전하 이미지 데이터셋(dataset)( $C_f$ )로서 메모리(14)에 저장한다.

다음에, 프로그램(17b)은 프로세서(12)로 하여금 스텝(42)을 실행하도록 하고, 이 때 프로세서(12)는 소정 형상을 나타내는 데이터를 메모리로부터 검색한다. 본 실시예에서, 출원인들은, 각각이 감지 판에 관련시키는 위치 정보를 갖는 삼각형들의 연속으로서 그 형상을 저장하도록 선택했다. 따라서, 3차원 그래픽 기술분야에서는 잘 알려져 있는 바와 같이, 그 형

상은 형상을 구성하는 각각의 삼각형들을 이동시키는 것에 의해 조작될 수 있다. 최초의 모양이, 예를 들어, 감지 판에 의해 규정된 면 위에 수 센티미터 높이로 떠 있고 그 감지 판의 x 및 y 한계 (예를 들어, 20×20 cm) 내의 수치를 갖는 구일 수 있다.

삼각형 요소들은 오브젝트 표면상에 맵핑(mapping)되어 소정의 3차원 형상을 형성하고, 형성된 소정의 형상은 하드디스크 드라이브(16)에 그 형상을 구성하는 상기 요소들의 점 좌표들을 나타내는 데이터세트로서 저장된다.

상기 프로그램은, 기억디바이스(16)로부터 그 소정의 형상 데이터세트(predetermined shape dataset; PSD)를 검색하여 처리를 위해서 메모리(18)에 전달한 후, 프로세스로 하여금 스텝(44)으로 이동하게 하고, 프로세서는 스텝(44)에서 측정된 전하 이미지( $C_f$ )가 될 소정 형상에서 요구되는 전하 분포  $q'$ 를 산출한다.

상기 전하 분포는, (전하 이미지( $C_f$ )를 초래한 형상/오브젝트가 아닌) 상기 소정 형상에 대하여 N차 수학식:

$$Gq=t \quad (1)$$

의 시스템을 설정함으로써 구해지고, 여기서, G는 상기 소정 형상의 각 점 좌표와 상기 소정 형상의 각각의 다른 점 사이의 정전 교환 전위를 기술하는 요소들을 포함하는, 컴퓨터 메모리에 저장된 매트릭스 데이터세트이고, t는 소정 형상의 각 점 좌표와 송신 전극들(31a, 31b, 31c)의 점 좌표들 간의 정전 교환 전위를 나타내는 벡터 데이터 세트이다.

상기 컴퓨터 프로그램은, 예를 들어, 송신기 등의 디스크를 고려하고, 그 형상 표면 자체를, 중점  $p_i$ ,  $\phi_i$ ,  $z_i$ 와 일정 전하  $q_i$ 를 각각 갖는 N개의 삼각형 요소로 나눈 후, 다음 수학식 (2):

$$t_i = \frac{V_t z_i}{2\pi} \int_0^{\alpha_i} \int_0^{2\pi} \frac{\rho' d\phi' d\rho'}{(\rho_i^2 + \rho'^2 - 2\rho_i\rho' \cos(\phi') + z_i^2)^{3/2}} \quad (2)$$

에 의해서 벡터  $t_i$ 를 규정함으로써 N차 수학식의 시스템을 생성한다.

또, G의 요소들은 다음 수학식 (3):

$$G_{i,j} = \frac{1}{4\pi} \int_{\partial O_j} \left[ \frac{1}{\sqrt{\rho^2 + \rho_i^2 - 2\rho\rho_i \cos(\phi - \phi_i) + (z - z_i)^2}} \right. \\ \left. - \frac{1}{\sqrt{\rho^2 + \rho_i^2 - 2\rho\rho_i \cos(\phi - \phi_i) + (z + z_i)^2}} \right] ds \quad (3)$$

에 의해서 주어진다.

따라서, NAG 또는 MATLAB에 의해서 제공된 것과 같은 수치 연산 기술들을 사용하는 컴퓨터 프로그램은 G와 t에 대응하는 데이터세트들을 메모리에 생성한다.

감지 판(20)에서의 용량 변화를 설명하기 위해서, 감지 판은, 용량( $c_i$ )을 갖고 세그먼트(segment)들( $\delta R_i$ )로 나누어지고, 세그먼트( $\delta R_i$ )에 있어서, 요소들( $M_{i,j}$ )을 갖는 매트릭스는,

$$M_{i,j} = -\epsilon \frac{1}{2\pi V_t} \int_{\partial R_i} \int_{\partial O_j} \frac{z}{(\rho^2 + \rho'^2 - 2\rho\rho' \cos(\phi - \phi') + z^2)^{3/2}} ds ds' \quad (4)$$

으로서 규정된다.

이것은, 기지의 오브젝트 상의 전하 분포  $q$ 와 접지 면 상에서(감지 판에서)의 용량(전하 이미지) 변화를 나타내는 1차 수학식 세트:

$$C=Mq \quad (5)$$

를 준다.

일반적으로, 미지의 오브젝트로부터 측정된 전하 이미지( $C_f$ )가 주어지면, 소정 오브젝트(PSD)상의 전하 분포( $q'$ )는 원칙적으로 산출될 수 있고, 이 때  $q'$ 는 측정된 전하 이미지 데이터 세트( $C_f$ )를 발생시킨다. 즉,  $q'$ 는  $C_f = Mq'$ 의 최소제곱근이고, 이 때  $M$ 은 기지의 오브젝트(PSD)에 대하여 산출된다. 불행히도, 앞서 설명한 바와 같이, 노이즈에 대한  $C_f$ 의 값들의 민감성은, 물리적이고 논리적인 수학식 (5)에 대한 유일 근을 찾는 것은 실제로는 매우 어려움을 의미한다.

그러나, 절연체와 같은 소정 형상에 있어서의 전하 분포( $q'$ )가, 기지의 오브젝트가 전도체인 경우, 그 오브젝트 상의 전하 분포와 유사할 것이라는 이해는, 조정 파라미터( $q_0$ )가 규정될 수 있게 하고, 이 때  $q_0$ 은 수학식 (1), 즉,  $t = Gq_0$ 에 의해서 규정된 일차 수학식 세트에 대한 근이다. 전하 분포( $q'$ )가 분포( $q_0$ )와는 아주 다를 것이라고 추정되기 때문에,  $q'$ 에 대한 근들은,  $q_0$ 과 유사한  $q'$ 에 대한 값들을 수용함으로써 억제될 수 있다. 따라서, 수학식 (5)를 풀 수 있게 된다.

따라서,  $q'$ 에 대한 수렴 근이,  $M$ 이 앞서 설명한 바와 같이 잘못 설정됨에도 불구하고, 예를 들어, 턱호노브 정규화를 이용함으로써 결정되는데, 이 경우 턱호노브 정규화는  $q'$ 의 값들이 다음 수학식:

$$q' = (M^T M + P)^{-1} (M^T c_f + P q_0) \quad (6)$$

을 만족시키는 것을 필요로 한다.

여기서,  $P$ 는 놈(norm)  $q^T P q$ 을 규정하는 패널티 항(penalty term)이다. 따라서, 상기 수학식을 적용하면, 스텝(44)에서 컴퓨터 프로그램은  $t = Gq_0$ 으로부터  $q'$ 에 대한  $C_f = Mq'$  값들을 결정하고, 그 값들은  $q_0$ 에 거의 같은  $q'$ 를 설정하는 것에 의해 억제된다.

이어서, 상기 프로그램은 프로세서로 하여금 스텝(46)으로 이동하게 하고, 스텝(46)에서 프로세서는 접지 면 위의 공간에서의 전위 분포를 다음의 수학식:

$$\Psi(r') = \Psi_t(r) - \int_{\partial O} G \frac{\partial \Psi}{\partial n} ds \quad (7)$$

에 따라서 산출한다.

전위 분포의 평가에 이어서, 상기 프로그램은 스텝(48)에서 상기 소정 형상을 구성하는 삼각형 요소들을 0 전위 윤곽에 대응하는 위치 좌표들에 보다 가깝게 배열되도록, 그 요소들의 위치를 변경한다. 따라서, 새로운 형상이 생성된다.

0 전위 윤곽과 삼각형 요소의 재배치(스텝(46) 및 스텝(48))가 프로세서에 의해서 계산되는 편리하고 효과적인 방법은 다음과 같다. 소정 형상의 각 삼각형 요소의 표면상의 전위는, 전위의 0 전위 윤곽에 대한 선형 외삽에 의해서 계산된다. 예를 들어, 각 삼각형 요소(i)상의 전위( $v_i$ )는 수학식 (8):

$$\frac{1}{2}v = t - Gq' \quad (8)$$

에 의해서 주어지고, 상기 수학식은, 표면에서의 전위가 사용되고 있다는 사실의 적절한 고려를 보증하는 요인으로서 1/2를 갖는다. 이어서, 각 삼각형 요소(i)가 이동해야만 하는 양  $\delta X_i$ 가, 수학식 (9):

$$\delta x_i = \lambda \frac{2 \sum_j G_{i,j} q_j - t_i}{q_i} n_i \quad (9)$$

에 따라 프로세서에 의해서 차례로 평가될 수 있는  $-v_i/q'_i$ 에 의해서 주어지고, 상기 수학식에서  $\lambda$ 는 오버슈트(overshoot)를 피하기 위해서 도입된 감쇠 요인이다.

따라서, 각 삼각형 요소는 감지 영역 내에서 0 전위 윤곽에 대응하는 위치들에 매우 가깝게 위치하도록 재배치되고, 재배치된 삼각형 요소들은 스텝(48)에서 새로운 형상을 생성한다.

다음으로, 스텝(50)에서 다양한 임계 기준이, 메모리(14)내의 상기 소정 형상을 상기 새로운 형상으로 바꾸고(스텝(54)의 SET) 스텝(56)(REP)에서 스텝(42) 내지 스텝(50)을 반복할 것인지 여부, 혹은 스텝(50)으로부터 상기 새로운 형상이 기지의 오브젝트에 가깝게 대응한다고 결정하여 경로(58)를 통해 반복을 멈추고 그 새로운 형상이 상기 기지의 오브젝트의 형상을 나타낸다고 스텝(60)에서 결정(DET)할 것인지 여부를 결정하기 위해서 상기 새로운 형상을 상기 소정 형상과 비교하는 데 사용될 수 있다.

예를 들어, 스텝(50)에서, 새로운 형상 요소 위치들이 소정 혹은 이전 형상 요소 데이터 세트와 비교될 수 있고, 그 차가 예를 들어 5%의 차 임계보다 작으면, 프로그램은 스텝(60)으로 이동하고, 스텝(60)에서 새로운 형상 데이터 세트가 미지의 오브젝트 형상의 데이터 세트라고 결정된다.

보다 복잡한 임계 계산들은 프로그래밍될 수 있는데, 이 때, 전하 분포( $q'$ )를 갖는 새로운 형상에 의해서 생성될 수 있는 감지 판 표시들(readings)(전하 이미지)( $C_f'$ )이 산출된다. 이어서, 그 데이터 세트( $C_f'$ )는 측정된 전하 이미지 데이터 세트( $C_f$ )와 비교되고, 대응하는 값들 간의 최소 제곱 차가 예를 들어 0.1%의 임계 이하이면, 충분한 적합(satisfactory fit)이라고 결정되고 처리는 스텝(60)으로 진행하고, 스텝(60)에서 상기 새로운 형상 데이터 세트가 미지의 오브젝트 형상으로서 반환되고 반복 처리는 종료한다.

제 1 실시예에서는, 파라미터  $q_0$ 이 수학식 (1)에 따라 산출된 후 수학식 (5)로부터의  $q'$  결정을 정규화하는 데 이용되었다. 다른 실시예에서는, 발견적 해결법이  $q_0$ 을 결정하는 데 적용된다. 이 해결법은, 도 1의 시스템에 대하여, 유사한 사이즈를 갖는 상이한 모양의 각종 오브젝트들에 대하여 얻어지는 실제 전하 분포들을 시뮬레이션하거나 측정하는 것을 포함한다. 이들 전하 분포들의 평균이 감지 영역 내의 각각의 위치에 대하여 산출되고, 그 결과 데이터 세트는 수학식 (5)으로부터의  $q'$  결정을 정규화하기(즉, 수학식 (6)을 적용하기)전과 마찬가지로  $q_0$ 로서 사용된다.

또 다른 실시예에서는, 상기한 방법 양상이 소정의 오브젝트 형상에 따라 제어를 실행하는 시스템(도 1)에 이용된다. 예를 들어, PC(10)는, 제어 동작과 관련된 손동작들(예를 들어, 엄지 들어올리기, 주먹 등)과 같은 소정 오브젝트 형상들의 리스트를 저장한 기억디바이스(16)에 저장한다. 예를 들어, 엄지를 들어 올리는 동작의 형상을 갖는 손은 OK 또는 인가 제어 동작과 관련될 수 있고, 꽉쥔 주먹 형상의 손은 정지 혹은 비인가 제어 동작과 관련될 수 있다. 따라서, 시스템과 상호작용하는 사용자는 시스템으로부터 질의(query)를 받을 수 있다. 그 때, 사용자는, 긍정적으로 응답하길 원하면, 감지 영역 내에 엄지를 들어 올린 형상으로 손을 놓으면 된다. 그러면, 프로세서(12)는 앞에서 설명한 바와 같이 오브젝트 형상을 결정하고, 소정 형상과 가장 닮은 형상과 관련된 제어 동작을 상기 리스트로부터 선택하고, 그 제어 동작을 실행한다. 따라서, 제어를 가능하게 하는 동작 인식이 제공된다.

도 4는 본 실시예에 따른 스텝들을 나타내는데, 스텝(62)(DETOS)에서는, 오브젝트 형상이 결정되고, 이어, 스텝(64)(RCL)에서 제어 리스트가 검색 및 참조되고, 스텝(66)(SELCA)에서 실행될 제어 동작이 선택되고, 이어서 스텝(68)(EXCA)에서 선택된 제어 동작이 실행된다.

도 5는 미지의 오브젝트의 형상을 결정하기 위해 상기의 컴퓨터 구현 예를 나타내는 스크린샷(screenshot)이다. 이 방법 산출들은, 감지 영역(20)의 중앙에 있는 단일 송신 전극(31a)과, 감지 영역(20) 전체에 사각 격자 모양으로 분포된  $16 \times 16$  수신 전극들(21a, 21b)의 어레이를 이용해서 실행된다. 파라미터  $\lambda$ 는 0.02였다. 소정의 형상은 회전타원체 오브젝트(70)였고, 실제 기지의 오브젝트(72)는, 명확성을 위해서 도 5에 나타낸다. 도 5에 나타낸 바와 같이, 소정 형상(구)은 기지의 오브젝트의 형상에 가까워지도록 바뀌고, 이는 그 형상 정보가 상기한 방법들에 따라 효과적으로 재구성됨을 나타낸다.

PC 및 감지 판을 이용하는 상기 시스템에서는, 미지의 오브젝트 형상이 소정 형상의 오브젝트 및 감지된 측정치들에 대한 정전 산출들에 의해 연산되는 본 발명의 양상들에 따른 시스템 작동 방법들이 설명된다. 상기 소정의 오브젝트의 형상은, 그 오브젝트의 형상이 결정될 때까지, 각 반복에서 기지의 오브젝트 형상으로 바뀐다. 상기 시스템은 디바이스 제어 및 디바이스와의 상호작용을 효과적으로 할 수 있게 한다. 상기 실시예들에서는 PC를 기반으로 하는 시스템에 대하여 설명하였지만, 당업자라면, 기타 변형이 사용될 수 있음을 알 수 있을 것이다.

예를 들어, 텔레비전 디스플레이, 세트 톱 박스(set top box), 하이파이 오디오 디바이스, 및 자동차등의 소비 디바이스들에는, 본 발명에 따른 오브젝트 형상 결정에 의거해서 상기 디바이스들의 제어를 가능하게 하는, 처리 수단, 프로그램 코드 및 감지 디바이스들이 구비될 수 있다. 보안 및 접근 제어 시스템들에도, 마찬가지로, 예를 들어, 접근하기 위해 사용되는 손동작 상호 작용이 이용될 수 있다.

당업자라면 본 명세서를 읽고 나서 기타 변형이 가능함을 알 수 있다. 그 변형들에는, 정전 감지 시스템의 설계, 제조 및 사용과, 그 구성요소들에 있어서 이미 알려져 있는 특징들로서, 본 발명의 정신 및 범위에서 벗어나는 일 없이 상기 설명에서 이미 설명된 특징들 대신에 사용될 수 있거나 혹은 그 특징들에 대하여 추가로 사용될 수 있는 특징들을 포함할 수 있다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1.

복수의 정전 수신 수단(21a, 21b, 21c) 및 적어도 하나의 정전 송신 수단(31a)을 구비한 감지 장치(20)로부터 연장하는 정전 감지 영역에 배치된 미지의 오브젝트의 형상을 결정하는 방법에 있어서,

상기 미지의 오브젝트에 의해서 각 수신 수단에 유도된 전하의 변화를 측정하고 상기 전하 측정치들을 제 1 전하 이미지 데이터세트( $C_f$ )로서 기억하는 스텝(40)과,

상기 소정의 형상을 규정하는 점 좌표들을 나타내는 소정의 형상 데이터세트(PSD)를 검색하는 스텝(42)과,

상기 제 1 전하 이미지 데이터세트( $C_f$ )에 대하여 사실상 상기 측정된 전하 이미지( $C_f$ )가 될 상기 소정 형상에 요구되는 전하 분포를 나타내는 전하 분포 데이터세트( $q'$ )를 결정하는 스텝(44)과,

상기 전하 분포 데이터세트( $q'$ )에 대응하는 감지 영역 내의 정전 전위 분포를 산출하는 스텝(46)과,

상기 정전 전위 분포가 0에 가까운 감지 영역 내에 있는 점들에 대응하는 좌표들을 포함하는 새로운 형상의 데이터세트를 생성하는 스텝(48)과,

상기 새로운 형상의 데이터세트와 상기 소정 형상 데이터세트간의 차를 소정 임계와 비교함으로써 감지 영역 내에 있는 상기 미지의 오브젝트의 형상을 나타내는 새로운 형상 데이터세트를 결정하는 스텝(60)을 포함하는

방법.

##### 청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 전하 이미지 분포( $q'$ )의 결정하는 스텝은 상기 소정 형상에 대한 산출하는 스텝을 포함하고,

매트릭스 데이터세트 M은 상기 소정 형상의 각 점 좌표와 상기 수신 수단의 각 점 좌표 간의 정전 교환 전위를 나타내는 요소들을 포함하고,

매트릭스 데이터세트 G는 상기 소정 형상의 각 점 좌표와 상기 소정 형상의 각 다른 점 좌표 간의 정전 교환 전위를 나타내는 요소들을 포함하고,

벡터 데이터세트 t는 상기 소정 형상의 각 점 좌표와 상기 송신 수단의 점 좌표 간의 정전 교환 전위를 나타내는 요소들을 포함하고,

상기 소정 형상에 대한 전하 분포( $q_0$ )가  $C_f = Mq'$ 로부터의  $q'$ 의 상기 결정을 정규화하는 데 사용되는 방법.

### 청구항 3.

제 2 항에 있어서,

$q_0$ 이  $t = Gq_0$ 로부터 산출되는

방법.

### 청구항 4.

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 비교 스텝이 상기 새로운 형상의 데이터세트에 대한 2차 전하 이미지 분포( $C_f'$ )를 산출하는 스텝을 포함하고, 상기 소정의 임계에 대한 비교를 위한 차가  $C_f'$ 와  $C_f$  간의 차 제곱합을 비교함으로써 산출되는

방법.

### 청구항 5.

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 소정 형상 데이터세트(PSD)의 점 좌표들이 상기 기지의 형상의 삼각형 요소들을 규정하는

방법.

### 청구항 6.

제 5 항에 있어서,

상기 새로운 형상의 데이터세트는, 정전 전위 분포가 0인 점들에 대하여 감지 영역내의 각 삼각형 요소가 이동하는 거리를 외삽함으로써 생성되는

방법.

### 청구항 7.

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 소정 임계가 5%인

방법.

## 청구항 8.

디바이스를 제어하는 방법에 있어서,

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 따른 방법에 의해서 오브젝트 형상을 결정하는 스텝(62)과,

상기 결정된 오브젝트 형상과 관련된 제어 동작을 소정 형상들과 관련된 제어 동작들의 리스트로부터 선택하는 스텝(64, 66)과,

상기 선택된 제어 동작을 실행하는 스텝(68)을 포함하는

방법.

## 청구항 9.

감지 장치(20)로부터 연장하는 정전 감지 영역 내에 배치된 미지의 오브젝트의 형상을 결정하는 시스템에 있어서,

적어도 하나의 정전 송신 수단(31a) 및 복수의 정전 수신 수단(21a, 21b, 21c)과,

소정 형상 데이터세트를 기억하는 기억 수단(14, 16)과,

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 따른 방법을 실행하는 처리 수단(12)을 포함하는

시스템.

## 청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 결정된 오브젝트 형상과 관련된 제어 동작을, 상기 기억 수단(16)에 있는, 사전에 규정된 형상들과 관련된 제어 동작들의 리스트로부터 선택하는 선택 수단(12)과,

상기 선택된 제어 동작을 실행하는 제어 수단을 추가로 포함하는

시스템.

## 청구항 11.

처리 수단(12)에 의해서 실행되고, 그 경우 상기 프로세서가 제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 따른 방법을 실행하게 하는 처리 명령들을 포함하는

프로그램 코드(17b).

## 청구항 12.

처리 수단(12)에 제공되고, 그 경우 상기 프로세서가 제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 따른 방법을 실행하게 하는 프로그램 코드를 운반하는

프로그램 코드 캐리어(17a).

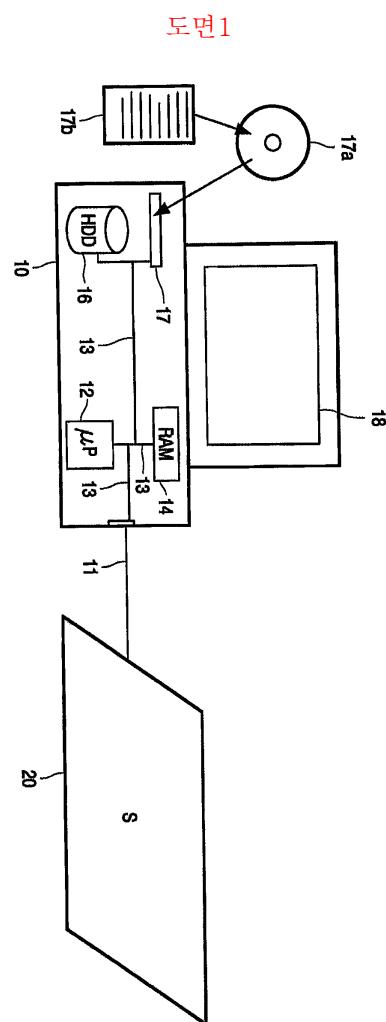
### 청구항 13.

위에서 첨부 도면을 참조로 하여 설명되고 첨부 도면에 도시된 바와 같은 방법.

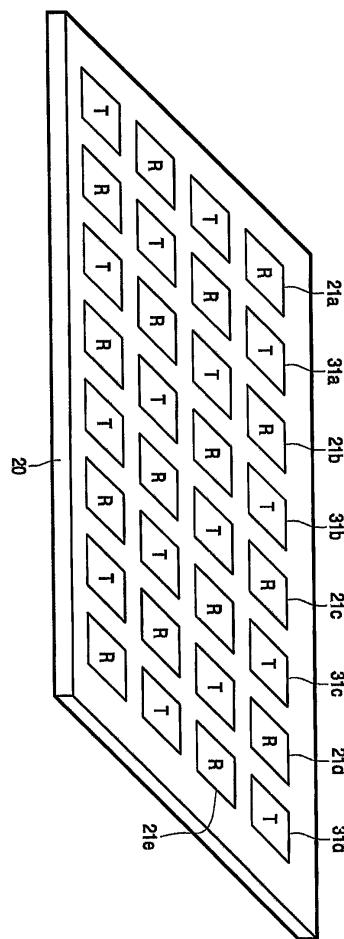
### 청구항 14.

위에서 첨부 도면을 참조로 하여 설명되고 첨부 도면에 도시된 바와 같이 사실상 동작하도록 구성 및 배치된 시스템.

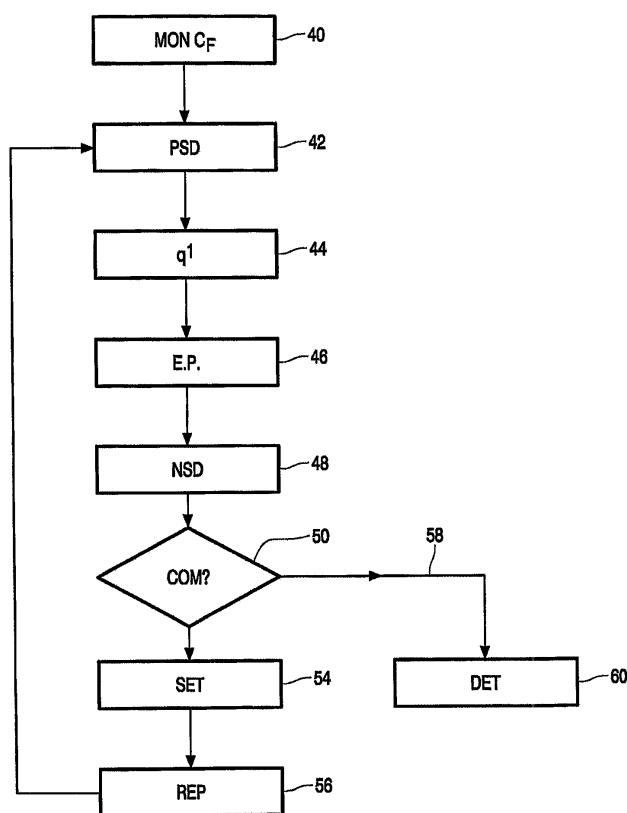
**도면**



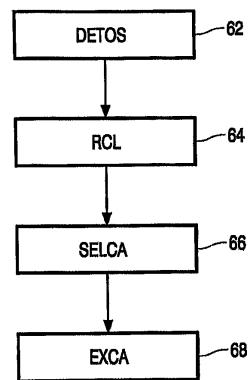
도면2



도면3



도면4



도면5

