

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷
G01N 35/02

(11) 공개번호 10-2005-0103028
(43) 공개일자 2005년10월27일

(21) 출원번호 10-2004-0028405
(22) 출원일자 2004년04월23일

(71) 출원인 한국표준과학연구원
대전 유성구 도룡동 1

(72) 발명자 박상열
대전광역시유성구도룡동우성아파트102동303호
김주황
대전광역시서구만년동281상록수아파트101동1203호
조양구
대전광역시유성구어은동한빛아파트133동805호
유범조
대전광역시서구도마2동대아아파트105동603호

(74) 대리인 손은진

심사청구 : 있음

(54) 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치

요약

본 발명은 이송장치의 위치에 따라 다중 모세관의 간격이 가변될 수 있는 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치에 관한 것이다. 이를 위해, 복수의 시료용액 각각을 동시에 흡입하여 이송하기 위하여, 복수의 시료용액을 흡입 및 배출할 수 있는 흡입배출수단(10); 일단이 흡입배출수단(10)에 연결되고 타단이 상기 각 시료용액에 담겨지는 복수의 모세관(10); 모세관(10)을 직교하는 X-Y-Z축 방향으로 각각 이송시킬 수 있는 이송수단;을 포함하는 시료용액 이송장치에 있어서, 이송수단의 제 1 위치 및 제 2 위치에 대응하여 각 모세관(10)의 간격을 소정 간격으로 변이시킬 수 있는 간격변이수단이 제공된다.

대표도

도 1

색인어

모세관, 시료용액, 이송장치, 실린더, 공압, 모터, 샘플조, 바이오칩

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치중 다중 모세관이 확장된 상태(제 2 위치)에 있을 때의 사시도,

도 2는 도 1에 도시된 시료용액 이송장치중 다중 모세관이 축소된 상태(제 1 위치)에 있을 때의 사시도,

도 3은 도 1중 확장된 상태에 있는 다중 모세관 영역만을 확대한 확대사시도,

도 4는 도 2중 축소된 상태에 있는 다중 모세관 영역만을 확대한 확대사시도,

도 5는 도3의 저면도,

도 6은 도 4의 저면도,

도 7은 본 발명에 적용되는 홀더와 모세관 영역의 결합관계를 나타내는 부분사시도,

도 8은 도 1의 시료용액 이송장치가 간격이 넓은 복수의 샘플조(80)에서 시료용액을 흡입하기 위하여 확장된 상태를 나타내는 사시도,

도 9는 도 7에서 흡입된 시료용액을 매우 작은 바이오칩(70) 상에 도포하기 위하여 다중 모세관이 축소된 상태로 바이오칩(70) 상에 위치하는 상태를 나타내는 사시도이다.

< 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 >

7 : 흡입구, 10 : 모세관,

20 : 흡입 · 배출장치, 30 : 실린더,

33 : 피스톤 로드, 35 : 링크,

40 : Z축 서보모터, 42 : 타이밍 벨트,

44 : Z축 볼스크류, 50 : 홀더 하우징,

52 : 홀더 이송가이드, 54 : (이동)홀더,

56 : 볼트, 60 : (고정)홀더,

70 : 바이오칩, 80 : 샘플조,

90 : X축 이송장치, 100 : Y축 이송장치,

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 이송장치의 위치에 따라 다중 모세관의 간격이 가변될 수 있는 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치에 관한 것이다.

일반적으로 혈액 등과 같은 시료용액들은 각각의 샘플조내에 담겨지고, 이들 샘플조들은 행렬형태로 배열된다. 따라서, 시료용액 이송장치가 이들 샘플조내로 모세관을 진입시켜 한번에 4개 내지 10개의 시료용액을 흡입한 후 다음 공정으로 이송하게 된다.

그러나, 종래의 시료용액 이송장치는 복수의 모세관 상호간의 간격이 볼트 등에 의해 고정되어 있기 때문에 샘플조 뿐만 아니라 이송장치가 접근하는 모든 용기는 동일한 크기 또는 동일한 간격으로만 배열되어 있어야 했다. 이러한 종래의 시스템은 약간의 공간을 더 필요로 할 뿐이어서 지금까지 많은 응용분야에서 널리 사용되고 있었다.

그러나, 최근 혈액, 단백질, 유전자, 화학물질 등의 검사, 분석, 처리 등을 위해 초소형 분석칩인 바이오칩을 이용하는 사례가 증가하면서 종래의 시료용액 이송장치는 사용에 커다란 한계를 갖게 됐다. 즉, 바이오칩은 칩상에 다양한 시약이 묻혀져 있는데 이러한 시약의 피치가 매우 미세하여 종래의 모세관 피치로는 접근을 할 수가 없었다. 예를 들어 바이오칩의 시약피치는 약 2mm 이하이고, 모세관의 피치는 10mm ~ 30mm 범위이다. 따라서, 모세관으로 샘플조에서 흡입할 수는 있으나 흡입된 액체를 2mm 피치를 갖는 바이오칩상에 정확히 배출할 수가 없었다.

만약, 모세관의 간격을 바이오칩의 피치와 같이 세밀하게 배열할 수도 있으나 이 경우 샘플조에서 시료용액을 흡입할 수 없는 또 다른 문제가 있다. 일반적으로 샘플조의 크기와 행렬식 배열은 대략적으로 정해져 있기 때문이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은, 상대적으로 큰 피치(또는 간격)를 갖는 샘플조(80)와 상대적으로 작은 피치를 갖는 바이오칩 사이에서 시료용액을 이송시킬 수 있는 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치를 제공하는 것이다.

상기와 같은 본 발명의 목적은, 복수의 시료용액 각각을 동시에 흡입하여 이송하기 위하여,

복수의 시료용액을 흡입 및 배출할 수 있는 흡입배출수단(10);

일단이 흡입배출수단(10)에 연결되고 타단이 각 시료용액에 담겨지는 복수의 모세관(10);

모세관(10)을 직교하는 X-Y-Z축 방향으로 각각 이송시킬 수 있는 이송수단; 을 포함하는 시료용액 이송장치에 있어서,

이송수단의 제 1 위치 및 제 2 위치에 대응하여 각 모세관(10)의 간격을 소정 간격으로 변이시킬 수 있는 간격변이수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치에 의해 달성될 수 있다.

그리고, 간격변이수단은, 각 모세관을 파지하는 홀더(54, 60);

홀더(54)를 일방향으로 소정거리만큼 왕복 이송시키는 복수의 왕복이송수단; 및

이송장치의 이송좌표 데이터에 기초하여 각 왕복이송수단에 동작명령을 출력하는 제어수단;을 포함하는 것이 바람직하다.

또한, 왕복이송수단은 공압실린더(30) 또는 유압실린더이고, 홀더(54)는 실린더(30)의 끝단에 고정되는 것이 더욱 바람직하다.

그리고, 실린더(30)는 서로 다른 왕복 행정길이를 가짐으로서 변이전 및 변이후에도 상기 각 모세관(10)의 간격이 등간격인 것이 가장 바람직하다.

뿐만 아니라, 복수의 홀더중 하나는 이송수단내에 고정된 고정홀더(60)이고,

나머지 홀더들은 실린더(30)의 끝단에 고정된 이동홀더(54)인 것이 가장 바람직하다.

본 발명에 적용할 수 있는 제어수단은 프로그래머블 로직 컨트롤러(PLC) 또는 마이컴 또는 중앙제어장치(CPU)일 수 있다.

그 밖에 왕복이송수단은 리니어 모터이고, 홀더는 리니어 모터의 끝단에 고정될 수도 있다.

본 발명에서 복수의 모세관(10)은 2 ~ 20개 범위이며, 복수의 모세관(10)의 상호 간격은 이송수단의 제 1 위치에서 2mm 이하이거나 이송수단의 제 2 위치에서 10mm ~ 30mm인 것이 적합하다.

본 발명의 다른 목적들, 분명한 장점들 및 신규한 특징들은 이하의 상세한 설명 및 첨부된 도면들에 따른 바람직한 실시예들로부터 더 분명해 질 것이다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에 따른 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치에 관하여 첨부되어진 도면과 더불어 상세히 설명하기로 한다.

도 1은 본 발명에 따른 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치중 다중 모세관이 확장된 상태(제 2 위치)에 있을 때의 사시도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 시료용액 이송장치는 대략적으로 직교하는 X-Y-Z축 이송장치(도 1에서는 Z축 이송장치만 도시), 흡입배출장치(20), 모세관(10), 홀더 하우징(50) 및 실린더(30)로 구성되어 있다.

모세관(10)은 내경이 200 μ m 정도이며, 재질은 스테인레스 스틸이나 신축성 있는 합성수지재 등으로 제작된다. 도 1에서는 총 8개의 모세관(10)이 일렬로 확장된 상태가 도시되었다. 이러한 모세관(10)의 일단은 샘플조(80)나 바이오칩(70)에 직접 담겨져서 시료용액을 흡입하거나 배출하는 역할을 하고, 타단은 흡입배출장치(20)까지 연장되어 있다. 이러한 모세관(10)은 홀더(54, 60)의 끝단에 고정되어, 홀더(54, 60)의 움집입에 종속된다.

흡입배출장치(20)는 추후 설명할 Z축 서보모터(40)의 후면에 위치하며, 각각의 모세관(10)에 정압 또는 음압을 발생시키기 위하여 8개가 설치되어 있다.

Z축 서보모터(40)는 추후 설명할 홀더 하우징(50)을 Z축방향(연직방향)으로 왕복 이송시키기 위한 구동원이다. 이러한 서보모터(40)의 구동축은 타이밍벨트(42)를 통해 직립으로 설치된 Z축 볼스크류(44)까지 연결되어 있다. 따라서, 서보모터(40)의 회전운동이 Z축 볼스크류(44)의 상하 직선운동으로 변환될 수 있는 구성이다. 이러한 Z축 볼스크류(44)에 연동하는 부재는 홀더하우징(50), 홀더 이송가이드(52), 홀더(54, 60), 및 실린더(30)이다.

홀더 하우징(50)은 Z축 볼스크류(44)에 의해 상하로 이송 가능하며 평행하게 배열된 4개의 홀더 이송가이드(52)의 양단을 지지하는 구성을 갖는다.

홀더 이송가이드(52)는 단면이 원형이 봉재이며, 양단은 홀더 하우징(50)에 연결되어 있다. 한 쌍의 홀더 이송가이드(52)는 홀더(54, 60)의 회전을 방지하기 위하여 상하로 배열되며, 4개의 홀더(54, 60)가 동시에 연결된다. 또 한 쌍의 홀더 가이드(52)도 홀더 하우징(50)내에서 대칭적으로 배치되며, 또 다른 4개의 홀더(54)를 같은 방식으로 이송안내하는 기능을 한다.

따라서, 각 홀더(54, 60)내에 관통 형성된 구멍의 내부로는 2개의 홀더 이송가이드(52)가 통과하고, 홀더(54, 60)는 이러한 홀더 이송 가이드(52)의 지지와 안내를 받으면서 일방향으로 왕복 이송이 가능하게 된다. 홀더(54, 60)의 구체적인 형상과 구성은 추후 설명하기로 한다.

실린더(30)는 홀더(54, 60) 및 홀더(54, 60)에 연결된 모세관(10)을 직접 구동시키는 액츄에이터이다. 이러한 실린더(30)는 모세관(10)의 확장 및 축소 방향과 평행하게 배치되며, 8개의 모세관(10)을 사용하는 경우 7개의 실린더(30)가 사용된다. 즉, 한개의 모세관(10)은 위치가 움직이지 않는 기준점이 되고, 나머지 7개의 모세관(10)의 간격이 확장 및 축소됨으로써 원하는 간격을 얻을 수 있기 때문이다.

또한, 7개의 모세관(10) 각각은 기준점이 되는 모세관(10)에 대해 상대적으로 서로 다른 거리를 이송해야 함으로 7개의 실린더(30) 각각은 서로 다른 행정거리를 갖는다. 아울러 본 발명에서 사용하는 실린더(30)는 공압실린더이지만 유압실린더 등으로도 대체 가능하다.

도 2는 도 1에 도시된 시료용액 이송장치중 다중 모세관이 축소된 상태(제 1 위치)에 있을 때의 사시도이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 각 실린더(30)가 수축하면서 8개 모세관(10)이 간격이 2mm 이하로 감소하였다. 이러한 축소상태(제 2 위치)는 추후 설명할 바이오칩(70) 상에 시료용액을 배출하기 직전의 상태이다.

도 3은 도 1중 확장된 상태에 있는 다중 모세관 영역만을 확대한 확대사시도이다. 도 3은 설명의 편리를 위해 홀더하우징(50)의 일부를 절개한 상태로 도시하였으며, 홀더 이송가이드(52)도 한 쌍만을 도시하였다. 도 3에 도시된 바와 같이, 홀더(54)는 각 끝단에 모세관(10)이 고정되어 있으며, 4개의 홀더(54)가 1열을 형성하여 총 2열이 배열되어 있다.

그리고, 도 4는 도 2중 축소된 상태에 있는 다중 모세관 영역만을 확대한 확대사시도이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 축소 상태에서 각 홀더(54) 사이의 간섭을 피하기 위하여 각 홀더(54)는 켜기 형상으로 제작된다.

도 5는 도3의 저면도이고, 도 6은 도 4의 저면도이다. 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이, 4개의 홀더(54)가 한 쌍의 홀더 이송가이드(52)에 지지되고, 또 다른 4개의 홀더(54)가 또 다른 한 쌍의 홀더 이송가이드(52)에 지지된다. 8개의 홀더들중 장비의 가장 안쪽에 있는 홀더는 이송되지 않는 고정홀더(60)이고, 나머지 7개의 홀더는 홀더 이송가이드(52)를 따라 이송이 가능한 이동홀더(54)이다. 이와 같은 구성은 7개의 이동홀더(54)가 고정홀더(60)를 기준으로 등간격을 유지할 수 있도록 하고, 실린더(30)의 갯수를 1개 절약하기 위함이다.

각 실린더(30)의 피스톤 로드(33)의 끝단에는 링크(35)가 형성되어 있다. 이러한 링크(35)의 일단은 피스톤 로드(33)에 고정되고, 타단은 볼트(56)에 의해 홀더(54)에 고정된다. 도 5 및 도 6은 평면도이므로 실린더(30)가 일부 겹쳐서 7개 모두 도시되지 않았으나, 본 발명에서는 7개의 실린더(30)와 7개의 링크(35) 및 7개의 이동홀더(54) 그리고 1개의 고정홀더(60)가 적용되었다.

도 7은 본 발명에 적용되는 홀더와 모세관 영역의 결합관계를 나타내는 부분사시도이다. 도 7에 도시된 바와 같이, 모세관(10)의 일단은 각종 샘플조(80)에 진출입이 용이하도록 수직으로 배치되고, 내경이 약 200 μ m인 흡입구(7)가 형성되어 있다.

홀더(54, 60)는 전체적으로 켜기 형상이며, 뽀쪽한 끝단에 오목홈(58)이 형성되어 있다. 이러한 오목홈(58) 내부로 모세관(10)이 삽입되어 고정된다. 고정방법은 접착제 또는 납땜, 용접 등의 방법중 하나를 사용한다.

이하에서는 상기와 같은 구성을 갖는 시료용액 이송장치의 동작에 관하여 설명하도록 한다.

우선, 도 8은 도 1의 시료용액 이송장치가 간격이 넓은 복수의 샘플조(80)에서 시료용액을 흡입하기 위하여 확대된 상태(제 2 위치)를 나타내는 사시도이다. 도 8에 도시된 상태를 위해 우선 X-Y-Z축 이송장치는 홀더 하우징(50)을 복수의 샘플조(80) 위에 위치시킨다. 이 때, PLC(미도시) 또는 마이컴(미도시)은 릴레이(미도시)를 통해 각 실린더(30)에 팽창 명령어를 전송하고, 이에 따라 각 실린더(30)는 도 5와 같이 팽창된 상태가 된다. 이 때, 모세관(10) 사이의 간격은 10mm ~ 30mm가 된다.

그 다음, Z축 서보모터(40)가 회전하여 Z축 볼스크류(44)를 하강시키고 이에 따라 홀더 하우징(50)이 함께 하강한다. 따라서 각 모세관(10)의 흡입구(7) 영역이 각 샘플조(80)내의 시료용액내에 담귀진다.

그 다음, 흡입배출장치(20)내의 피스톤이 하강하면서 미소한 음압을 발생시킨다. 이와 같은 음압은 모세관(10) 내부로 시료용액이 흡입되는 역할을 한다.

흡입이 정지되면 X-Y-Z축 이송장치는 홀더 하우징(50)을 추후 설명하는 도 9의 제 1 위치로 이송시킨다. 그 다음, PLC(미도시) 또는 마이컴(미도시)은 릴레이(미도시)를 통해 각 실린더(30)에 수축 명령어를 전송하고, 이에 따라 각 실린더(30)는 도 6와 같이 수축된 상태가 된다. 이 때, 모세관(10) 사이의 간격은 2mm 이하가 된다. 이 때, 설계자의 선택에 따라 제 1 위치로 이송후 수축할 수도 있고, 수축후 제 1 위치로 이송할 수도 있으며, 필요에 따라서는 이송중에 수축할 수도 있다.

도 9는 도 7에서 흡입된 시료용액을 매우 작은 바이오칩(70) 상에 도포하기 위하여 다중 모세관(10)이 축소된 상태(제 1 위치)로 바이오칩(70) 상에 위치하는 상태를 나타내는 사시도이다.

위치가 정해지면 모세관(10)에 대해 같은 방식으로 Z축의 하강이 이루어지며, 흡입배출장치(20)는 정압을 발생시켜 모세관(10)내의 시료용액을 바이오칩(70)상에 정밀하게 배출하게 된다. 배출이 완료되면 필요에 따라 몇몇 세정공정을 거친 후 다시 실린더(30)를 팽창시켜 도 8과 같은 제 2 위치로 복귀시킨다. 이와 같은 공정이 반복되면서 행렬형태로 놓여진 다수의 샘플조(80)가 검사를 받게 된다.

본 발명에서는 모세관 간격의 조정을 위하여 공압실린더를 사용하였으나 유압실린더, 서보모터나 스텝모터와 볼스크류의 조합, 캠 또는 리니어 모터를 사용할 수도 있음은 본 발명의 요지범위내에서 당업자에게 용이한 사항이다.

발명의 효과

상기와 같은 본 발명에 따른 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치에 의하면, 상대적으로 큰 피치(또는 간격)를 갖는 샘플조(80)와 상대적으로 작은 피치를 갖는 바이오칩 사이에서 시료용액을 신속히 이송시킬 수 있다. 이는 전체 공정시간을 단축시키거나 단위시간당 더 많은 시료용액을 검사할 수 있는 효과가 있다.

또한, 모세관의 간격을 필요에 따라 조정할 수 있기 때문에 다양한 치수의 용기에 담긴 혈액, 단백질, 유전자, 화학물질 등의 검사, 분석, 처리시 별도의 옮김 없이 이송장치내에 투입할 수 있다. 이는 검사등을 위한 사전 준비절차를 간소하게 하는 특징이 있다.

비록 발명이 상기에서 언급된 바람직한 실시예에 관해 설명되어졌으나, 발명의 요지와 범위를 벗어남이 없이 많은 다른 가능한 수정과 변형이 이루어질 수 있다. 따라서, 첨부된 청구범위는 발명의 진정한 범위내에서 속하는 이러한 수정과 변형을 포함할 것으로 예상된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

복수의 시료용액 각각을 동시에 흡입하여 이송하기 위하여,

복수의 시료용액을 흡입 및 배출할 수 있는 흡입배출수단(10);

일단이 상기 흡입배출수단(10)에 연결되고 타단이 상기 각 시료용액에 담귀지는 복수의 모세관(10);

상기 모세관(10)을 직교하는 X-Y-Z축 방향으로 각각 이송시킬 수 있는 이송수단; 을 포함하는 시료용액 이송장치에 있어서,

상기 이송수단의 제 1 위치 및 제 2 위치에 대응하여 상기 각 모세관(10)의 간격을 소정 간격으로 변이시킬 수 있는 간격 변이수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 간격변이수단은,

상기 각 모세관을 파지하는 홀더(54, 60);

상기 홀더(54)를 일방향으로 소정거리만큼 왕복 이송시키는 복수의 왕복이송수단; 및

상기 이송장치의 이송좌표 데이터에 기초하여 상기 각 왕복이송수단에 동작명령을 출력하는 제어수단;을 포함하는 것을 특징으로 하는 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치.

청구항 3.

제 2 항에 있어서, 상기 왕복이송수단은 공압실린더(30) 또는 유압실린더이고,

상기 홀더(54)는 상기 실린더(30)의 끝단에 고정되는 것을 특징으로 하는 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치.

청구항 4.

제 3 항에 있어서, 상기 실린더(30)는 서로 다른 왕복 행정길이를 가짐으로서 변이전 및 변이후에도 상기 각 모세관(10)의 간격이 등간격인 것을 특징으로 하는 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치.

청구항 5.

제 3 항에 있어서,

상기 복수의 홀더중 하나는 상기 이송수단내에 고정된 고정홀더(60)이고,

나머지 홀더들은 상기 실린더(30)의 끝단에 고정된 이동홀더(54)인 것을 특징으로 하는 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치.

청구항 6.

제 2 항에 있어서, 상기 제어수단은 프로그램어블 로직 컨트롤러(PLC) 또는 마이컴인 것을 특징으로 하는 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치.

청구항 7.

제 2 항에 있어서, 상기 왕복이송수단은 리니어 모터이고,

상기 홀더는 상기 리니어 모터의 끝단에 고정되는 것을 특징으로 하는 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치.

청구항 8.

제 1 항 내지 제 7 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 복수의 모세관(10)은 2 ~ 20개 범위인 것을 특징으로 하는 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치.

청구항 9.

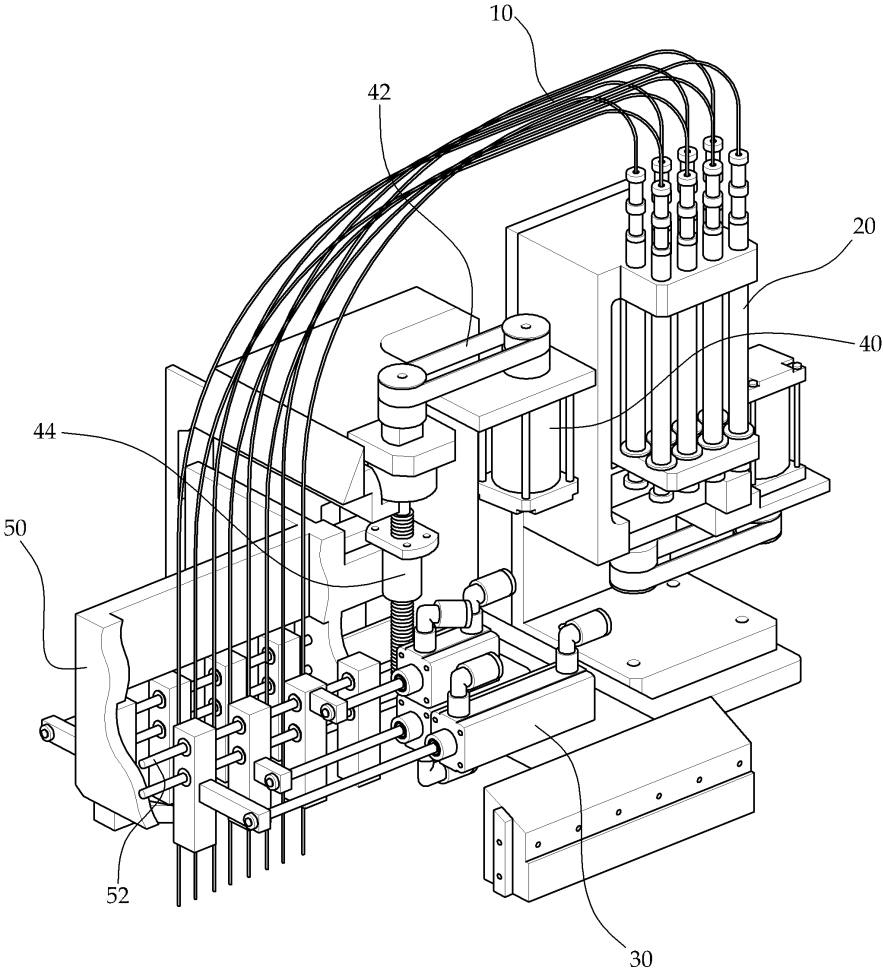
제 1 항 내지 제 7 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 복수의 모세관(10)의 상호 간격은 상기 이송수단의 제 1 위치에서 2mm 이하인 것을 특징으로 하는 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치.

청구항 10.

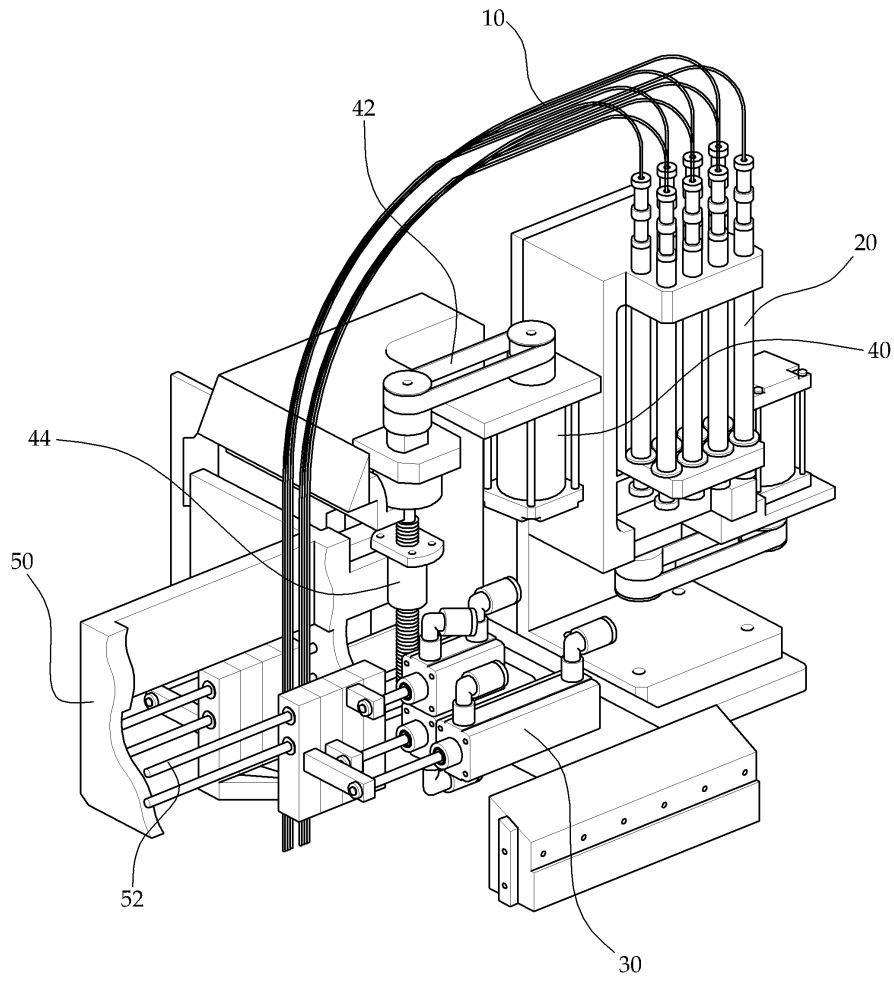
제 1 항 내지 제 7 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 복수의 모세관(10)의 상호 간격은 상기 이송수단의 제 2 위치에서 10mm ~ 30mm인 것을 특징으로 하는 간격 가변형 다중 모세관을 이용한 시료용액 이송장치.

도면

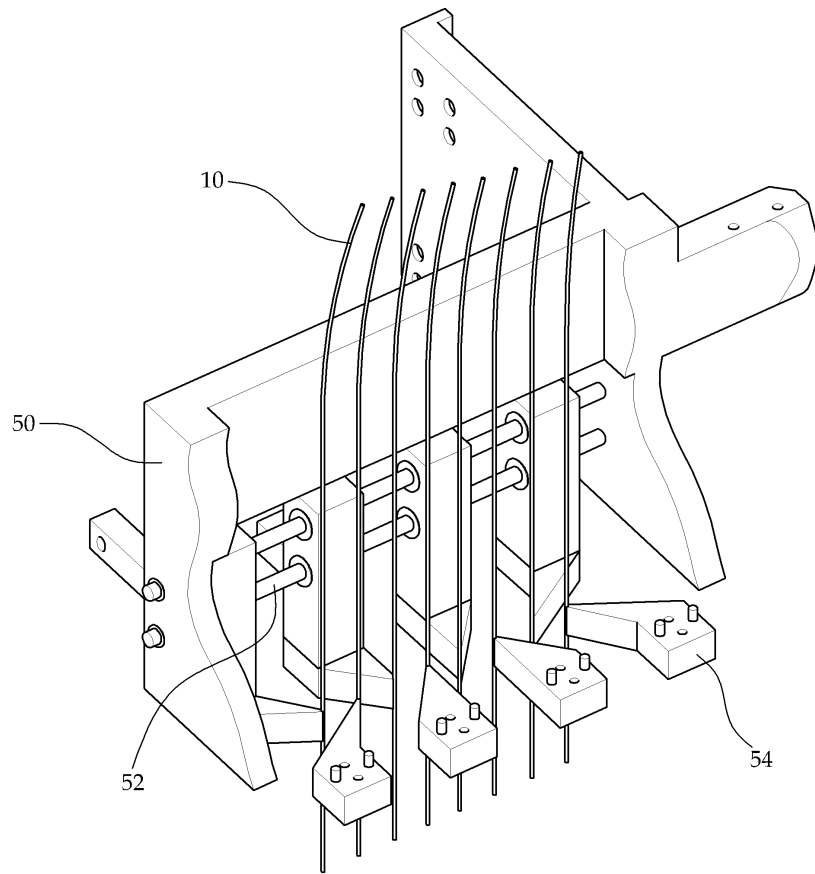
도면1



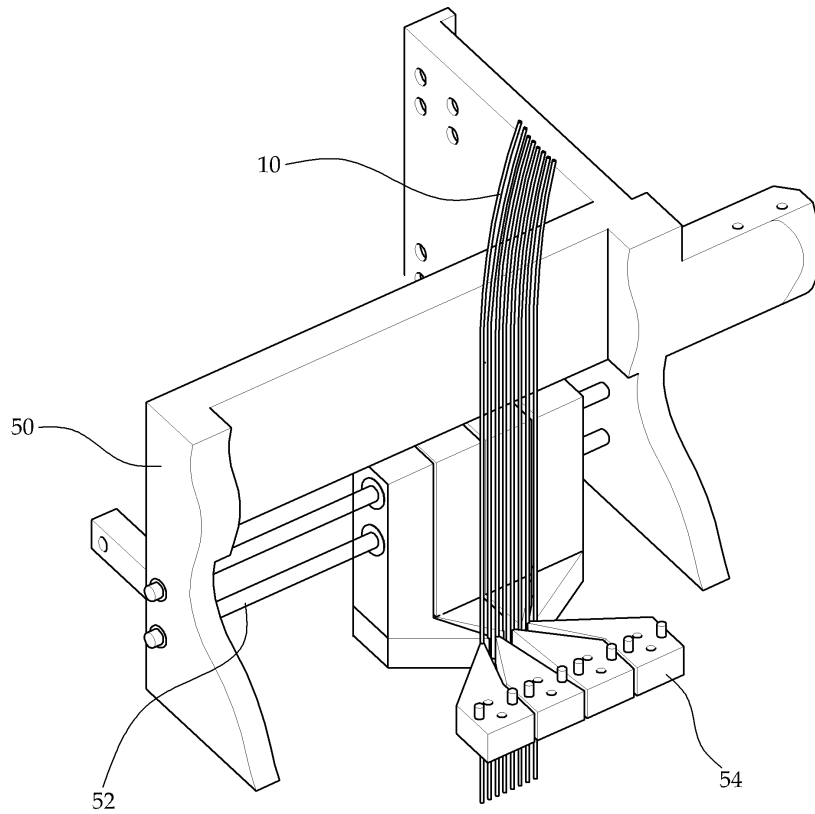
도면2



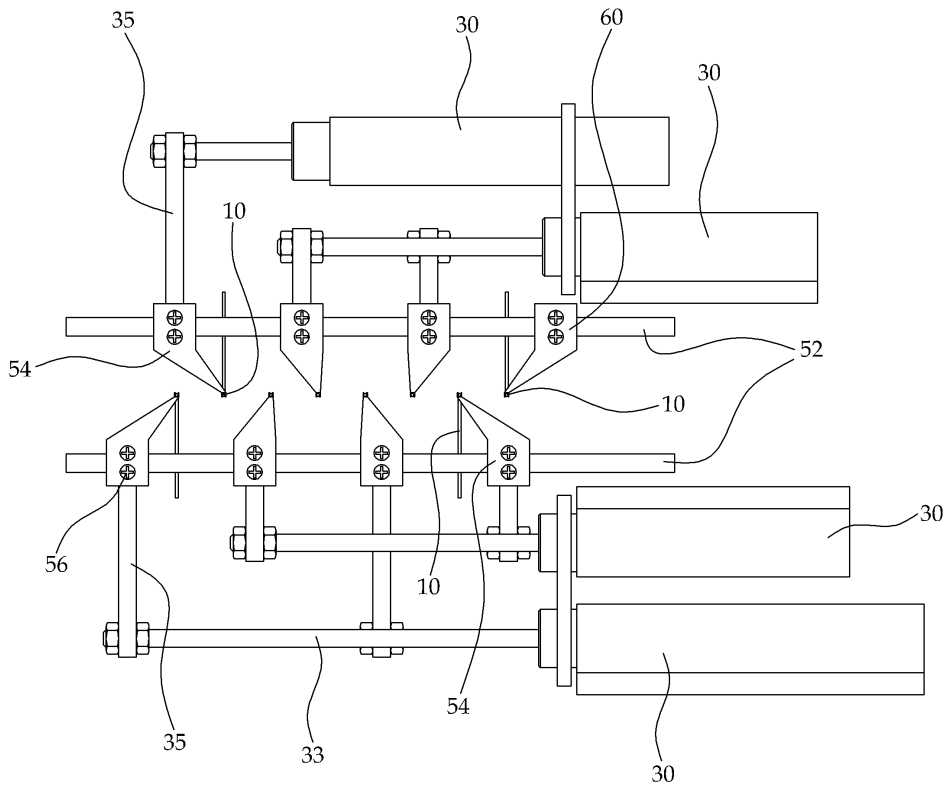
도면3



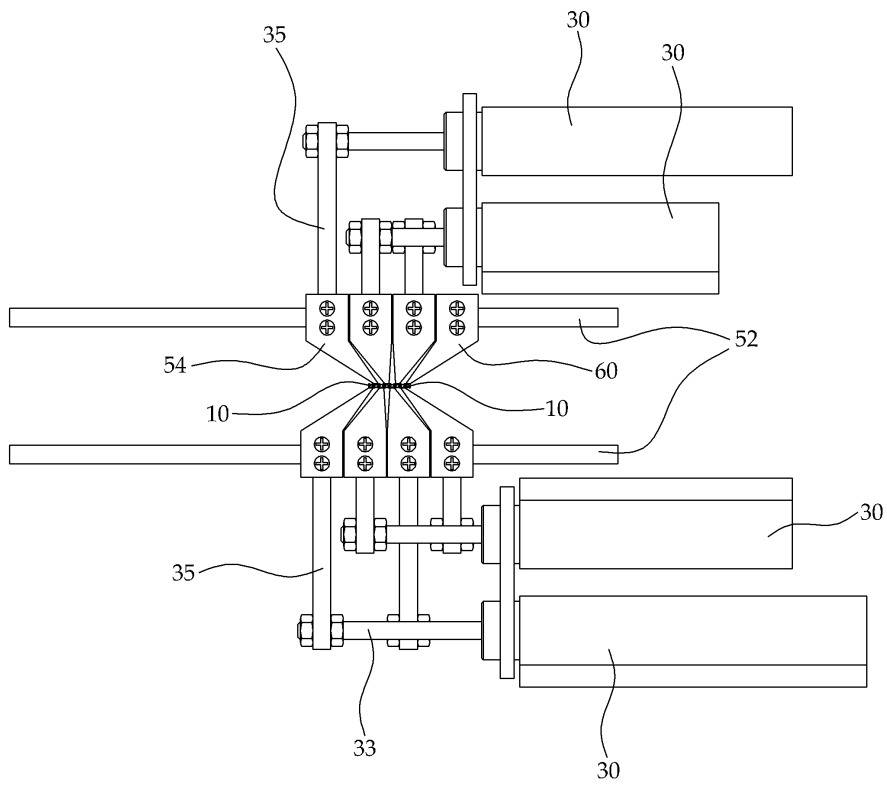
도면4



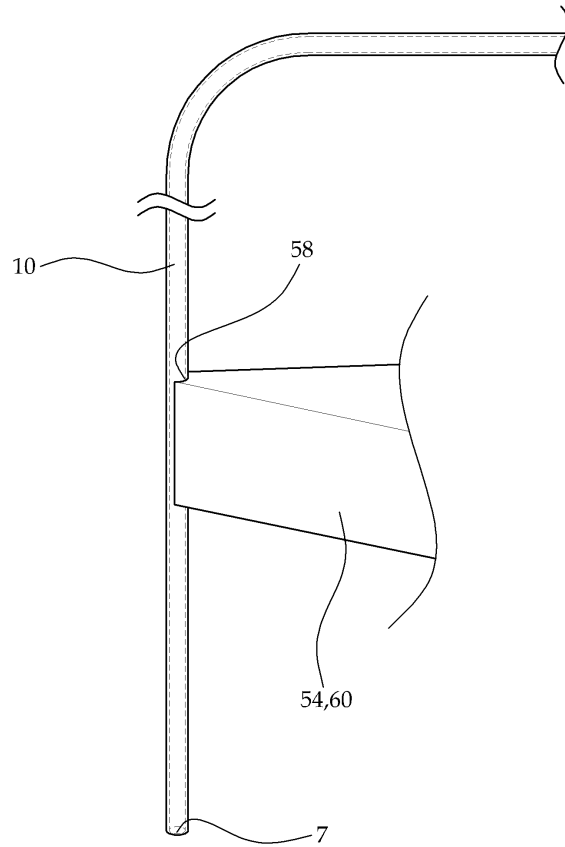
도면5



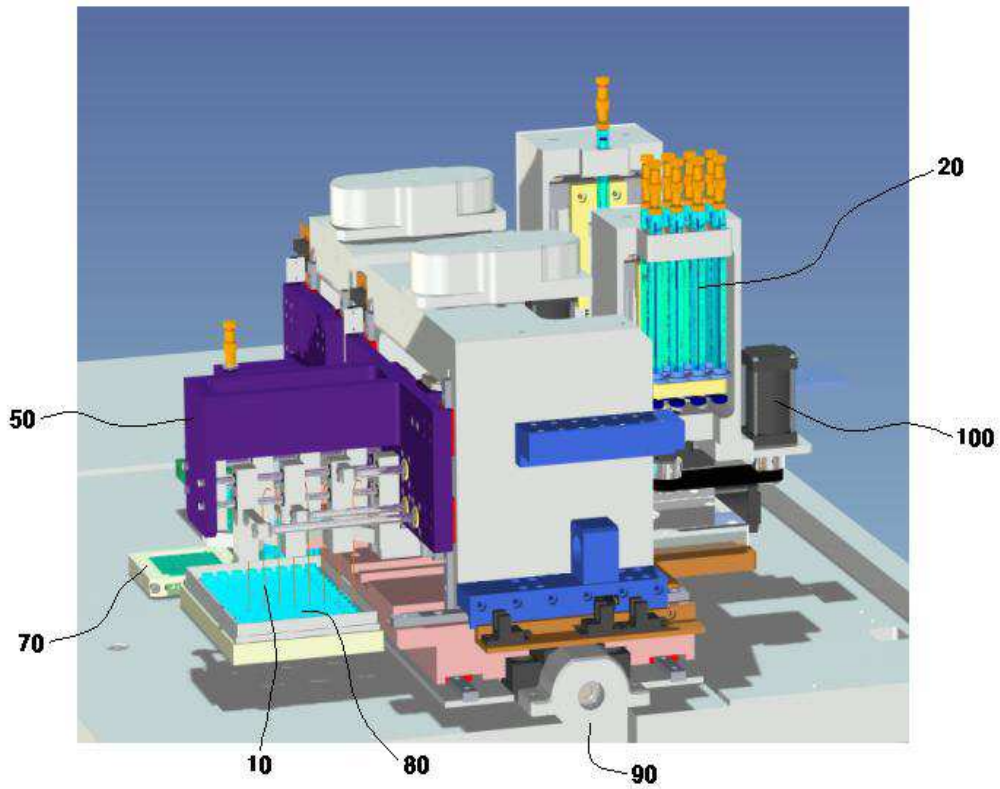
도면6



도면7



도면8



도면9

