(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2023 년 3 월 30 일 (30.03.2023)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2023/048490 A1

(51) 국제특허분류:
G06N 10/00 (2019.01) *B82Y 10/00* (2011.01)
G02F 1/11 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2022/014216

(22) 국제출원일: 2022 년 9 월 23 일 (23.09.2022)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2021-0125823 2021 년 9 월 23 일 (23.09.2021) KR

(71) 출원인: 이화여자대학교 산학협력단 (**EWHA UNIVERSITY-INDUSTRY COLLABORATION FOUNDATION**) [KR/KR]; 03760 서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교), Seoul (KR).

(72) 발명자: **엄다현 (YUM, Da Hyun)**; 14052 경기도 안양시 동안구 달안로 110, 511동 102호 (관양동, 한가람세경아파트), Gyeonggi-do (KR). **최태영 (CHOI, Tae Young)**; 03769 서울특별시 서대문구 이화여대8길 62, 103동 707호 (북아현동, 두산아파트), Seoul (KR).

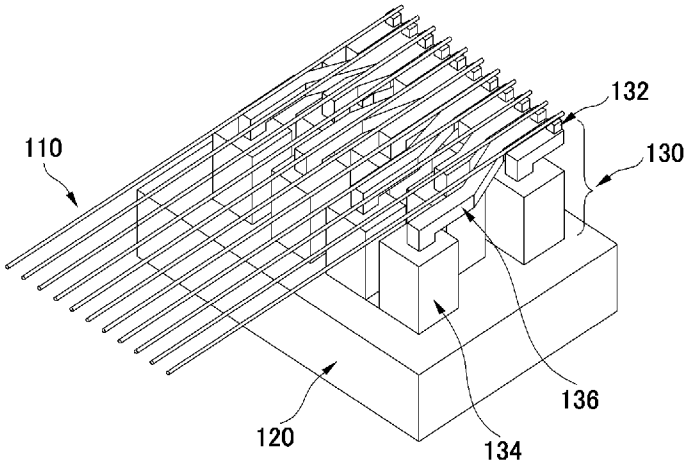
(74) 대리인: 특허법인 엠에이피에스 (**MAPS INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM**); 06239 서울특별시 강남구 테헤란로8길 37, 8층 (역삼동, 한동빌딩), Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: APPARATUS FOR ADJUSTING ARRANGEMENT OF OPTICAL FIBERS, AND QUANTUM COMPUTER USING SAME

(54) 발명의 명칭: 광섬유 배열 조절 장치 및 이를 이용한 양자 컴퓨터



(57) Abstract: An apparatus for adjusting arrangement of optical fibers according to the present invention comprises: a plurality of optical fibers; a substrate unit; a plurality of optical fiber support units which are arranged on the substrate unit as many as the number of the optical fibers, and move in the X-axis, Y-axis, or Z-axis direction according to the application of a control voltage; and a control unit for applying a control voltage to each optical fiber support unit according to a control signal.

(57) 요약서: 본 발명에 따른 광섬유 배열 조절 장치는 복수의 광섬유, 기재부, 상기 광섬유의 개수만큼 상기 기재부 상에 배치되며, 제어 전압 인가에 따라 X축, Y 축 또는 Z 축 방향으로 움직이는 복수의 광섬유 지지부 및 제어신호에 따라 상기 각 광섬유 지지부에 제어 전압을 인가하는 제어부를 포함한다.

[다음 쪽 계속]

WO 2023/048490 A1

공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 광섬유 배열 조절 장치 및 이를 이용한 양자 컴퓨터

기술분야

[1] 본 발명은 광섬유 배열 조절 장치 및 이를 이용한 양자 컴퓨터에 대한 것이다.

배경기술

[2] 양자 컴퓨터는 양자 중첩, 양자 얽힘과 같은 양자 역학적인 현상을 이용하는 연산 기계 장치로서, 특정 문제에 대해 고전 컴퓨터가 계산할 수 없는 계산을 하거나, 더 빠른 계산을 수행할 것으로 기대를 모으고 있다. 양자컴퓨터의 기본소자인 양자비트(qubit)는 광양자 큐빗, 포획 이온 큐빗, 양자점 전하 큐빗, 초전도 큐빗 등 다양한 형태로 알려지고 있다.

[3] 그 중, 포획 이온 큐빗은 포획된 이온을 이용하여 양자 컴퓨터를 구현하기 위한 방법으로서, 이온 포획, 초기화, 양자 상태 조작, 상태 측정 과정을 거쳐야 한다. 이온 포획 방법으로는, 라디오 주파수를 이용한 조화 우물을 만들어 일렬로 배열된 다수의 이온을 포획하여 양자 컴퓨터로 사용하고 있다.

[4] 또한, 양자 상태 조작 과정에서는 다수의 양자 비트를 조작하기 위해 레이저를 나누어 개별 양자비트에 각각 조사하여 조작과정을 수행한다. 이때, 레이저를 스위칭하기 위해 멀티채널 음향 광학 변조기(Multi-channel AOM)를 사용하고 있다.

[5] 그러나, 이와 같은 양자 비트의 개별 조작 기술은 양자 비트의 개수가 늘어나고 배열이 규칙적이지 않을 경우 한계가 있다는 문제가 있다.

[6] 또한, 이온 포획 양자 비트 외에도 광학적 조작이 필요한 양자비트에 대해서도 불규칙한 구조를 가지고 있을 경우 개별 조작이 필요하여 이를 해결할 방법이 필요하다.

[7] 도 1은 통상적으로 알려진 이온 포획 양자 컴퓨터에서의 양자 비트 조작 과정을 도시한 도면이고, 도 2는 본 발명이 해결하고자 하는 이온 포획 과정에서의 문제점을 설명하기 위한 도면이다.

[8] 도 1에 도시된 바와 같이, 레이저를 분광기(splitter)를 통해 분광한 후 멀티 채널 음향 광학 변조기(AOM)에 입사시킨다. 이후 멀티 채널 음향 광학 변조기에서 출력된 변조광을 진공 챔버에 입사시키고, 개별 양자 비트를 조작하게 된다.

[9] 그런데, 포획 장치의 구조적 특성으로 인해 도 2의 (a) 도시된 바와 같이 한줄 형태로 이온이 포획된다. 포획된 이온들은 양전하를 띠므로, 서로 쿨롬 반발력을 가지고 있어, 일정 거리만큼 이격된 상태를 갖는다.

[10] 이때, 포획된 이온의 개수가 증가함에 따라 이온 사이의 거리가 상이해지는 문제가 발생한다. 특히, 멀티 채널 음향 광학 변조기는 그 출력단에 채널 개수만큼 복수의 크리스탈을 포함하는데(도 2의 (b)에 도시됨), 크리스탈의 간격이 서로 동일하게 고정된 상태이므로, 크리스탈간의 간격을 조절할 수 없다.

또한, 멀티 채널 음향 광학 변조기에 인가되는 스위칭 시그널(라디오파)에서 서로 간섭이 발생할 수 있다.

[11] 본 발명은 이러한 문제를 해결하기 위해, 복수의 광섬유간의 간격을 조절할 수 있는 새로운 장치를 제안하고자 한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[12] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 일부 실시예는, 복수의 광섬유간의 간격을 조절할 수 있는 광섬유 배열 조절 장치를 제공하는데에 그 목적이 있다.

[13] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제 해결 수단

[14] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제1 측면에 따른 광섬유 배열 조절 장치는 복수의 광섬유, 기재부, 상기 광섬유의 개수만큼 상기 기재부 상에 배치되며, 제어 전압 인가에 따라 X축, Y축 또는 Z 축 방향으로 움직이는 복수의 광섬유 지지부 및 제어신호에 따라 상기 각 광섬유 지지부에 제어 전압을 인가하는 제어부를 포함한다.

[15] 이때, 각 광섬유 지지부는 제어 전압 인가에 따라 움직이는 피에조 소자로 이루어진 것이다.

[16] 또한, 광섬유 지지부는 제어전압 인가에 따라 제 1 수치 범위 내에서 움직이는 제 1 그룹의 지지부들; 및 광섬유 지지부는 제어전압 인가에 따라 제 2 수치 범위 내에서 움직이는 제 2 그룹의 지지부들을 포함할 수 있다.

[17] 이때, 제 2 수치 범위는 제 1 수치 범위 보다 더 큰 범위를 갖는 것이고, 제 2 그룹의 지지부는 제 1 그룹의 지지부보다 더 큰 크기를 갖도록 형성된 것이다.

[18] 또한, 제 2 그룹의 지지부들은 상기 기재부상에 고정되고, 제 2 그룹의 지지부들과 상기 제 1 그룹의 지지부들을 각각 일대일 대응 시켜 연결하는 연결바를 더 포함할 수 있다.

[19] 또한, 제 1 그룹의 지지부들은 상기 광섬유에서의 광신호의 진행방향과 수직한 방향을 따라 서로 나란하게 1열로 배치되고, 제 2 그룹의 지지부들은 광신호의 진행방향과 수직한 방향을 따라 서로 나란하게 복수의 열로 배치될 수 있다.

발명의 효과

[20] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단에 의하면, 개별 양자 비트의 조작이 가능하며, 특히 포획된 이온의 양자 비트 간의 거리에 관계 없이 개별 양자 비트 조작이 가능하다.

[21] 또한, 멀티 채널 음향 광학 변조기의 크리스탈 사이의 간섭 현상을 제거할 수 있다.

[22] 이를 통해, 멀티 채널 음광학 변조기의 채널 개수를 증가시키는 것에 비해 쉽게

조작 가능한 양자비트의 개수를 증가시킬 수 있으며, 이는 양자 컴퓨터의 확장에 도움을 준다.

[23] 또한, 이온에서 나오는 빛을 광섬유에 커플링하여 다른 양자 컴퓨터 사이의 네트워킹에 사용하는 것도 가능한다. 나아가, 이온 포획 양자비트뿐만 아니라, 광학적 조작을 할 수 있는 다양한 양자 컴퓨터 플랫폼(양자점, 다이아몬드 NV 결함, 중성 원자)에서도 사용 가능성이 있다.

도면의 간단한 설명

[24] 도 1은 통상적으로 알려진 이온 포획 양자 컴퓨터에서의 양자 비트 조작 과정을 도시한 도면이다.

[25] 도 2는 본 발명이 해결하고자 하는 이온 포획 과정에서의 문제점을 설명하기 위한 도면이다.

[26] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 배열 조절 장치를 도시한 사시도이다.

[27] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 배열 조절 장치를 도시한 평면도이다

[28] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 양자 컴퓨터의 일 구성을 도시한 개념도이다.

발명의 실시를 위한 형태

[29] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[30] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[31] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 배열 조절 장치를 도시한 사시도이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 배열 조절 장치를 도시한 평면도이며, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 양자 컴퓨터의 일 구성을 도시한 개념도이다.

[32] 광섬유 배열 조절 장치(100)는 복수의 광섬유(110), 기재부(120), 광섬유(110)의 개수만큼 기재부 상(120)에 배치되는 광섬유 지지부(130), 제어부(미도시 됨)를 포함한다.

[33] 광섬유(110)의 개수에는 특별한 제한이 없으며, 양자 컴퓨터의 양자 비트 개수에 따라 다양한 형태로 변경될 수 있다. 이때, 복수의 광섬유(110)는 광섬유에서의 광신호의 진행방향과 수직한 방향을 따라 서로 나란하게 1열로 배치된다. 한편, 광섬유(110)에는 레이저가 커플링되고, 광섬유(110)을 통해 전달된 레이저는 이후 개별 양자 비트에 조사된다. 본 발명에 따르면, 광섬유(110)의 위치를 개별적으로 조작하여 개열 이온 양자비트를 조작할 수 있게 된다.

[34] 기재부(120)는 복수의 광섬유 지지부(130)가 배치되는 것으로, 다양한 형태로 설계될 수 있다.

[35] 광섬유 지지부(130)는 광섬유(110)의 개수만큼 배치되는 것으로서, 제어부에서 인가되는 제어 전압에 따라 X축, Y축 또는 Z 축 방향으로 움직이는 것을 특징으로 한다. 이를 위해, 광섬유 지지부(130)는 제어 전압 인가에 따라 움직이는 피에조 소자로 이루어질 수 있다.

[36] 한편, 광섬유 지지부(130)는 미세 조절을 위한 광섬유 지지부와 거시적 조절을 제공하는 광섬유 지지부로 구분될 수 있다. 먼저, 광섬유 지지부(130)는 제어전압 인가에 따라 제 1 수치 범위 내에서 움직이는 제 1 그룹의 지지부들(132)을 포함할 수 있다. 또한, 광섬유 지지부(130)는 제어전압 인가에 따라 제 2 수치 범위 내에서 움직이는 제 2 그룹의 지지부들(134)을 포함할 수 있다.

[37] 거시적 조절을 위한 광섬유 지지부(134)의 제 2 수치 범위는 미세 조절을 위한 광섬유 지지부(132)의 제 1 수치 범위 보다 더 큰 범위를 갖도록 한다.

[38] 이때, 제 1 수치 범위는 대략 나노미터단위이며, 1 nm ~ 10 μm 일 수 있다.

[39] 또한, 제 2 수치 범위는 대략 마이크로미터 단위이며, 1μm~10mm 일 수 있다.

[40] 또한, 거시적 조절을 위한 제 2 그룹의 광섬유 지지부(134)는 미세 조절을 위한 제 1 그룹의 광섬유 지지부(132)보다 더 큰 크기를 갖도록 형성된다.

[41] 도시된 바와 같이, 각각의 광섬유 지지부(130)는 직육 면체 형상을 갖는데, 제 2 그룹의 광섬유 지지부(134)가 대략 10 배 정도 더 큰 크기를 갖도록 형성될 수 있다.

[42] 한편, 제 2 그룹의 지지부(134)들은 기재부(120)상에 고정되며, 제 2 그룹의 지지부들(134)과 제 1 그룹의 지지부들(132)을 각각 일대일 대응시켜 연결하는 연결바(136)가 더 포함된다.

[43] 또한, 각 그룹의 지지부들의 배치 상태를 살펴보면, 미세 조절을 위한 제 1 그룹의 지지부(132) 보다 거시적 조절을 위한 제 2 그룹의 지지부(134)가 더 큰 크기를 갖기 때문에, 적절한 배치구조가 필요할 수 있다.

[44] 즉, 도시된 바와 같이, 제 1 그룹의 지지부들(132)은 광섬유에서의 광신호의 진행방향과 수직한 방향을 따라 서로 나란하게 1열로 배치되고, 제 2 그룹의 지지부들(134)은 광신호의 진행방향과 수직한 방향을 따라 서로 나란하게 복수의 열로 배치될 수 있다. 도면에서는 3열의 형태로 제 2 그룹의 지지부들(134)이 배치되어 있는데, 이는 예시적인 것으로서, 각 그룹의

지지부들의 크기에 따라 변경될 수 있다.

[45] 한편, 제어부는 도 2의 (a)에서와 같이, 중심에서 멀리 떨어질 수 록 포획된 이온의 간격이 멀어지는 문제를 해결하기 위해, 예를 들면, 중심에 위치한 이온은 고정시키고, 멀리 이격된 이온을 중심쪽으로 이동시키는 방식으로 제어하는 것이 가능하다. 이를 위해, 중심 영역의 광섬유는 하나의 양자 비트에 고정하고, 이를 기준으로 주변 광섬유를 다음 양자 비트에 맞추어 위치를 조정하는 방법을 고려할 수 있다.

[46] 이와 같은 광섬유 배열 조절 장치(100)는 도 5에 도시된 바와 같이 양자 컴퓨터의 일 부품으로서 활용될 수 있다. 광섬유 배열 조절 장치(100)의 출력은 렌즈(200)를 경유하여, 진공 챔버(400)내의 이온 포획 장치(300)로 전달될 수 있다.

[47] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 배열 조절 장치의 제어 방법은 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다.

[48] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[49] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

청구범위

[청구항 1] 광섬유 배열 조절 장치에 있어서,
복수의 광섬유;
기재부;
상기 광섬유의 개수만큼 상기 기재부 상에 배치되며, 제어 전압 인가에 따라 X축, Y축 또는 Z 축 방향으로 움직이는 복수의 광섬유 지지부; 및
제어신호에 따라 상기 각 광섬유 지지부에 제어 전압을 인가하는 제어부;를 포함하는, 광섬유 배열 조절 장치.

[청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 각 광섬유 지지부는 상기 제어 전압 인가에 따라 움직이는 피에조 소자로 이루어진 것인, 광섬유 배열 조절 장치.

[청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 광섬유 지지부는 제어전압 인가에 따라 제 1 수치 범위 내에서 움직이는 제 1 그룹의 지지부들; 및
상기 광섬유 지지부는 제어전압 인가에 따라 제 2 수치 범위 내에서 움직이는 제 2 그룹의 지지부들을 포함하되,
상기 제 2 수치 범위는 상기 제 1 수치 범위 보다 더 큰 범위를 갖는 것이고,
상기 제 2 그룹의 지지부는 상기 제 1 그룹의 지지부보다 더 큰 크기를 갖도록 형성된 것인, 광섬유 배열 조절 장치.

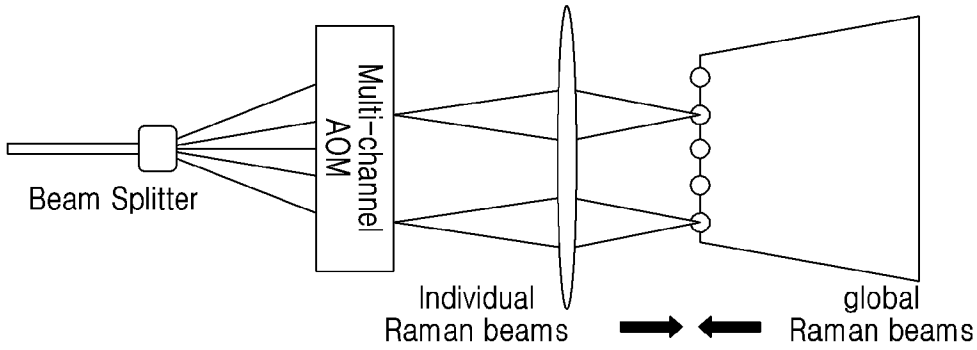
[청구항 4] 제 3 항에 있어서,
상기 제 2 그룹의 지지부들은 상기 기재부상에 고정되고,
상기 제 2 그룹의 지지부들과 상기 제 1 그룹의 지지부들을 각각 일대일 대응 시켜 연결하는 연결바를 더 포함하는, 광섬유 배열 조절 장치.

[청구항 5] 제 3 항에 있어서,
상기 제 1 그룹의 지지부들은 상기 광섬유에서의 광신호의 진행방향과 수직한 방향을 따라 서로 나란하게 1열로 배치되고,
상기 제 2 그룹의 지지부들은 광신호의 진행방향과 수직한 방향을 따라 서로 나란하게 복수의 열로 배치되는 것인, 광섬유 배열 조절 장치.

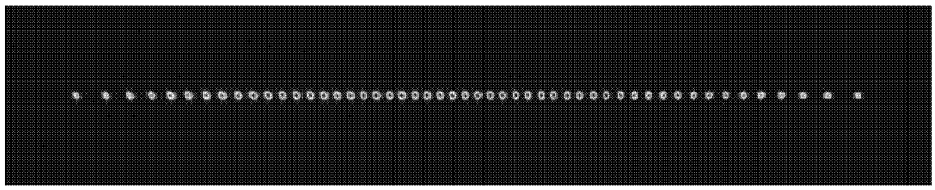
[청구항 6] 제 1 항에 있어서,
상기 제 1 그룹의 지지부들은 1 nm ~ 10 μm 범위내에서 움직이고,
상기 제 2 그룹의 지지부들은 1μm~10mm 범위내에서 움직이는 것인, 광섬유 배열 조절 장치.

[청구항 7] 청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 따른 광섬유 배열 조절 장치를 포함하는, 양자 컴퓨터.

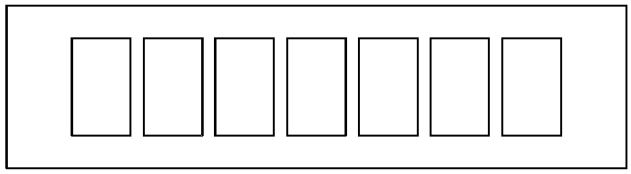
[도1]


Beam Splitter
Multi-channel AOM
Individual Raman beams
global Raman beams

[도2]

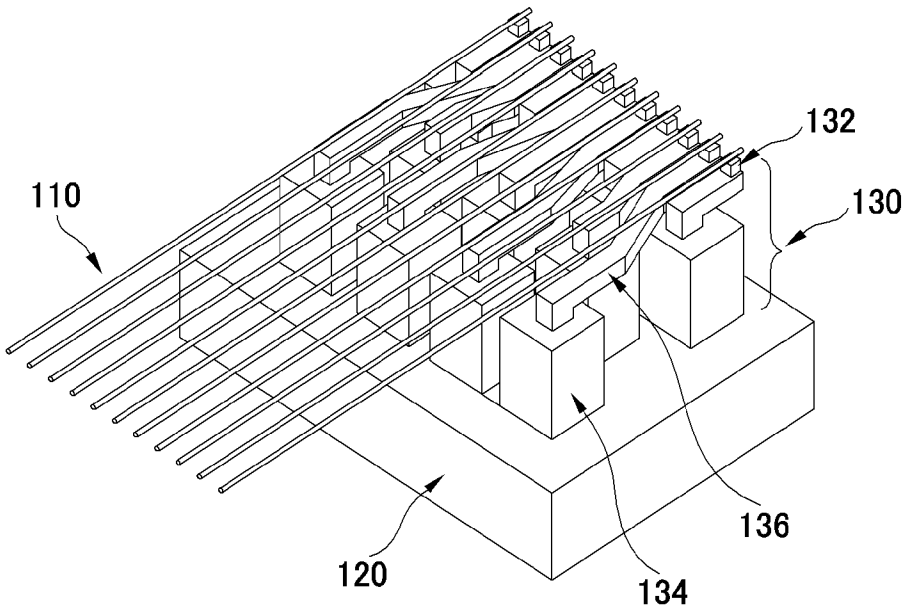


(a)

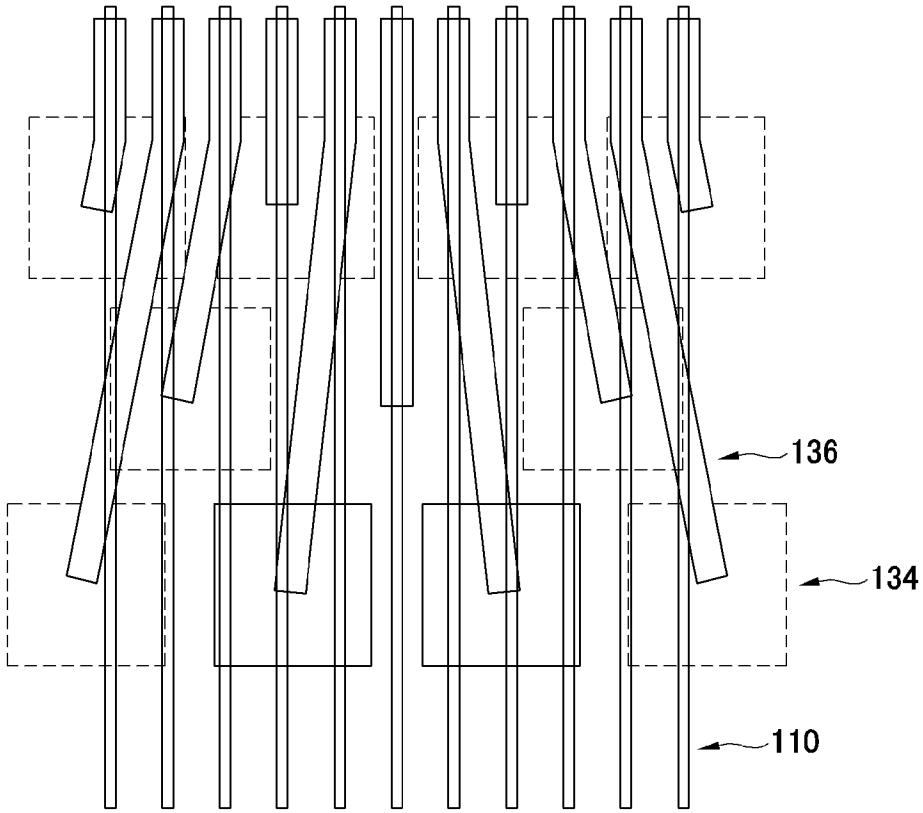


(b)

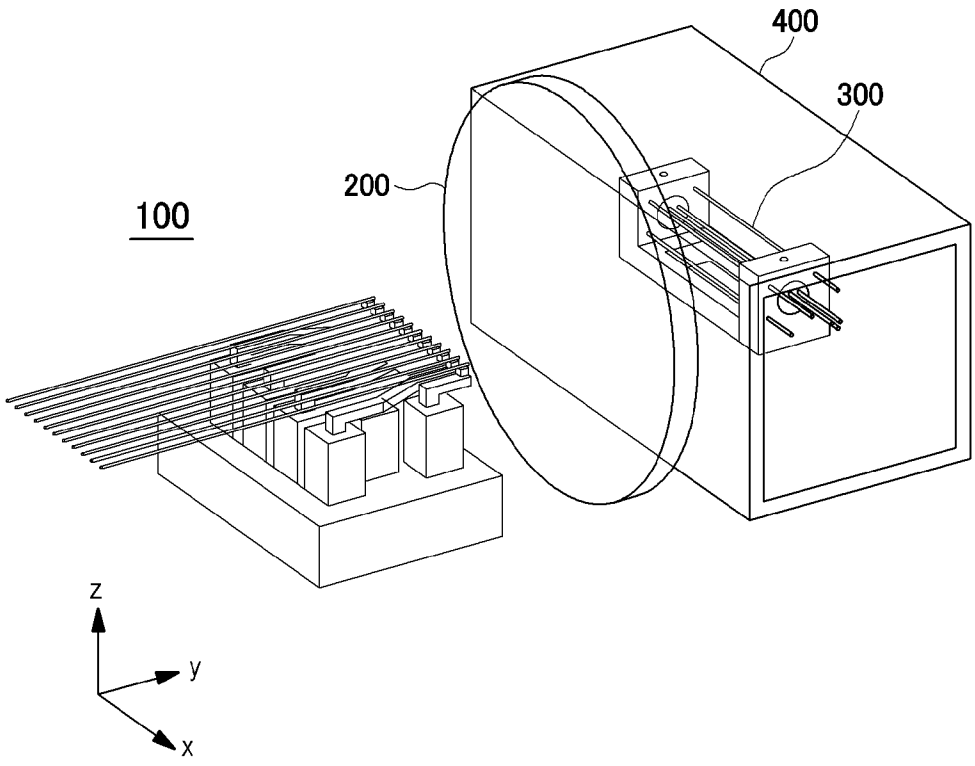
[도3]


110
132
130
136
120
134
100

[도4]



[도5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2022/014216

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06N 10/00(2019.01)i; **G02F 1/11**(2006.01)i; B82Y 10/00(2011.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06N 10/00(2019.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 광섬유(optical fiber), 배열(array), 조절(control), 압전(piezoelectric), 양자(quantum)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	MEHTA, Karan K. et al. Integrated optical multi-ion quantum logic. arXiv:2002.02258v2 [quant-ph]. PP. 1-12, 13 July 2020. [Retrieved on 14 December 2022]. Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/2002.02258.pdf>. See pages 1-7; and figures 1-6.	1-7
Y	이주인 등. NSOM 장치의 제작 및 특성 평가. 한국진공학회지. vol. 8, no. 4(2), PP. 530-535, December 1999 (LEE, Joo In et al. Fabrication and evaluation of NSOM apparatus. Journal of the Korean Vacuum Society). [Retrieved on 15 December 2022]. Retrieved from <https://www.dbpia.co.kr/pdf/pdfView.do?nodeId=NODE09230264&googleIPSandBox=false&mark=0&useDate=&ipRange=false&accessgl=Y&language=ko_KR&hasTopBanner=true>. See page 531.	1-7

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
23 December 2022	**27 December 2022**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PERUZZO, Alberto et al. Quantum Walks of Correlated Photons. SCIENCE. Vol. 329, Issue. 5998, PP. 1500-1503, 17 September 2010. [Retrieved on 15 December 2022]. Retrieved from <https://www.researchgate.net/profile/Yoav-Lahini/publication/46288438_Quantum_Walks_of_Correlated_Photons/links/0912f50dcb84a0fe89000000/Quantum-Walks-of-Correlated-Photons.pdf>. See pages 1500-1503; and figures 1-4.	1-7
A	MIRHOSSEINI, Mohammad et al. Quantum transduction of optical photons from a superconducting qubit. arXiv:2004.04838v1 [quant-ph]. PP. 1-17, 09 April 2020. [Retrieved on 19 December 2022]. Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/2004.04838.pdf>. See pages 1-6 and 8-17; and figures 1-11.	1-7
A	GYONGYOSI, Laszlo et al. A Survey on quantum computing technology. Computer Science Review. Vol. 31, Issue. C, PP. 51-71, 01 February 2019. [Retrieved on 19 December 2022]. Retrieved from <https://sci-hub.mksa.top/10.1016/j.cosrev.2018.11.002>. See pages 51-66; and figures 1-2.	1-7

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2022/014216

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G06N 10/00(2019.01)i; **G02F 1/11**(2006.01)i; B82Y 10/00(2011.01)n

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G06N 10/00(2019.01)

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 광섬유(optical fiber), 배열(array), 조절(control), 압전(piezoelectric), 양자(quantum)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KARAN K. MEHTA 등, Integrated optical multi-ion quantum logic, arXiv:2002.02258v2 [quant-ph], PP. 1-12, 2020.07.13 [검색일: 2022-12-14], 출처 <https://arxiv.org/pdf/2002.02258.pdf> 페이지 1-7; 및 도면 1-6	1-7
Y	이주인 등, NSOM 장치의 제작 및 특성 평가, 한국진공학회지, 제8권, 제4(2)호, PP. 530-535, 1999.12 [검색일: 2022-12-15], 출처 <https://www.dbpia.co.kr/pdf/pdfView.do?nodeId=NODE09230264&googleIPSandBox=false&mark=0&useDate=&ipRange=false&accessgl=Y&language=ko_KR&hasTopBanner=true> 페이지 531	1-7
A	ALBERTO PERUZZO 등, Quantum Walks of Correlated Photons, SCIENCE, Vol. 329, Issue. 5998, PP. 1500-1503, 2010.09.17 [검색일: 2022-12-15], 출처 <https://www.researchgate.net/profile/Yoav-Lahini/publication/46288438_Quantum_Walks_of_Correlated_Photons/links/0912f50dcb84a0fe89000000/Quantum-Walks-of-Correlated-Photons.pdf> 페이지 1500-1503; 및 도면 1-4	1-7

☑ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☐ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌
"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2022년12월23일(23.12.2022)	**2022년12월27일(27.12.2022)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 **+82-42-481-8578**

심사관

양정록

전화번호 **+82-42-481-5709**

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2022/014216

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	MOHAMMAD MIRHOSSEINI 등, Quantum transduction of optical photons from a superconducting qubit, arXiv:2004.04838v1 [quant-ph], PP. 1-17, 2020.04.09 [검색일: 2022-12-19], 출처 <https://arxiv.org/pdf/2004.04838.pdf> 페이지 1-6, 8-17; 및 도면 1-11	1-7
A	LASZLO GYONGYOSI 등, A Survey on quantum computing technology, Computer Science Review, Vol. 31, Issue. C, PP. 51-71, 2019.02.01 [검색일: 2022-12-19], 출처 <https://sci-hub.mksa.top/10.1016/j.cosrev.2018.11.002> 페이지 51-66; 및 도면 1-2	1-7