



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0084899
(43) 공개일자 2011년07월26일

(51) Int. Cl.

B23K 20/10 (2006.01) H01L 21/60 (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01) H01L 21/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-7010160

(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년10월07일
심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2011년05월03일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2009/063000

(87) 국제공개번호 WO 2010/043517

국제공개일자 2010년04월22일

(30) 우선권주장

10 2008 037 450.4 2008년10월14일 독일(DE)

10 2009 003 312.2 2009년01월06일 독일(DE)

(71) 출원인

해서 운트 크나프스 게엠베하

독일 33100 폐데르보른 바트만스트라세 6

(72) 발명자

해서 한스-죠르겐

독일 33106 파데르본 헤크호프베그 21

발라쉐크 죠르그

독일 33106 파데르본 베이켄베그 30

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

최광호

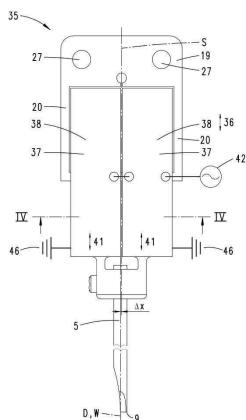
전체 청구항 수 : 총 33 항

(54) 본딩 장치, 초음파 트랜스듀서, 그리고 본딩 방법

(57) 요 약

본 발명은 특별히 와이어 재료 혹은 스트립 재료로 이루어진 전기 도체와 특히 전기 회로와 같은 기판의 접촉점 사이에 본딩 결합을 만들기 위한 본딩 장치와 관련이 있으며, 이 경우 본딩 장치는 바람직하게 기하학적인 수직 회전축(D)을 중심으로 회전할 수 있는 본딩 헤드(2)를 구비하고, 상기 본딩 헤드에는 본딩 공구(5) 그리고 본딩 공구(5)를 초음파-진동 여기하기 위한 초음파 트랜스듀서(35)가 제공되어 있다. 이와 같은 유형의 본딩 장치를 바람직하게 개선하기 위하여, 초음파 트랜스듀서(35)의 주(主) 연장 방향(36) 및/또는 상기 초음파 트랜스듀서의 연장 방향이 최소 관성 능률(minimum moment of inertia)의 축의 방향으로 상기 본딩 헤드(2)의 기하학적인 회전축(D)에 대하여 평행하게 연장되는 것이 제안된다. 추가의 여러 가지 양상에 따르면 본 발명은 또한 본딩 장치 또는 초음파 트랜스듀서와도 관련이 있다.

대 표 도 - 도3



(72) 발명자
브뢰켈만 마이클
독일 33129 뎁브뤼크 파테르-메이어-스트라세 30

바실레프 퍼오토르
리투아니아 08335 빌나우스 보르토스 48

특허청구의 범위

청구항 1

특히 와이어 재료 혹은 스트립 재료로 이루어진 전기 도체와 특히 전기 회로와 같은 기판의 접촉점 사이에 본딩 결합을 만들기 위한 본딩 장치로서, 상기 본딩 장치가 특히 기하학적인 수직 회전축(D)을 중심으로 회전할 수 있는 본딩 헤드(2)를 구비하고, 상기 본딩 헤드에 본딩 공구(5) 그리고 본딩 공구(5)를 초음파-진동 여기하기 위한 초음파 트랜스듀서(35)가 제공된, 본딩 장치에 있어서,

상기 초음파 트랜스듀서(35)의 주(主) 연장 방향(36) 및/또는 상기 초음파 트랜스듀서의 연장 방향이 최소 관성 능률(minimum moment of inertia)의 축의 방향으로 상기 본딩 헤드(2)의 기하학적인 회전축(D)에 대하여 평행하게 연장되는 것을 특징으로 하는, 본딩 장치.

청구항 2

특히 본딩 장치의 본딩 공구를 초음파-진동 여기하기 위한 본딩 장치용 초음파 트랜스듀서로서, 상기 초음파 트랜스듀서가 적어도 하나의 진동 여자기를 포함하고, 상기 진동 여자기가 적어도 하나의 피에조 소자를 포함하며, 이때 초음파 에너지원, 특히 전기 교류 전압을 상기 피에조 소자에 인가하기 위한 전압원이 제공된, 초음파 트랜스듀서에 있어서,

작동 중에, 특히 교류 전압이 인가될 때에 상기 진동 여자기(37)의 주 변형 방향 및/또는 상기 피에조 소자(38)의 주 변형 방향이 상기 피에조 소자(38)의 분극 방향(P)에 대하여 가로로 연장되도록 상기 초음파 에너지원, 특히 전압원(42), 특히 상기 전압원의 주파수가 적응되거나 또는 조절될 수 있는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 3

특히 와이어 재료 혹은 스트립 재료로 이루어진 전기 도체와 특히 전기 회로와 같은 기판의 접촉점 사이에 본딩 결합을 만들기 위한 본딩 장치로서, 상기 본딩 장치(1)가 본딩 헤드(2)를 구비하고, 상기 본딩 헤드는 본딩 공구(5) 그리고 전술된 항에 따른 초음파 트랜스듀서(35)를 포함하는, 본딩 장치.

청구항 4

본딩 공구를 초음파-진동 여기하기 위한 초음파 트랜스듀서로서, 상기 초음파 트랜스듀서가 상호 이격된 상태로 공구 수용부에 결합하는 두 개 이상의 진동 여자기를 포함하며, 상기 진동 여자기에 전력을 공급하기 위한 적어도 하나의 초음파 에너지원, 특히 상기 진동 여자기에 전기 교류 전압을 인가하기 위한 적어도 하나의 전압원이 제공된, 초음파 트랜스듀서에 있어서,

작동 중에 두 개 진동 여자기(37)의 주 변형 방향이 서로 평행하게 또는 대체로 평행하게 진행하여 상기 두 개 진동 여자기의 시간에 따라 변동되는 변형들이 서로 위상 변위된 상태로, 바람직하게는 절반 주기만큼 위상 변위된 상태로 만료되는 방식으로, 하나 또는 다수의 초음파 에너지원, 특히 전압원(42) 또는 전압원들, 특히 주파수 및/또는 위상 위치가 상기 초음파 트랜스듀서(35) 및 본딩 공구(5)에 매칭되거나 매칭될 수 있는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 5

특히 와이어 재료 혹은 스트립 재료로 이루어진 전기 도체와 특히 전기 회로와 같은 기판의 접촉점 사이에 본딩 결합을 만들기 위한 본딩 장치로서, 상기 본딩 장치가 본딩 헤드를 구비하고, 상기 본딩 헤드에는 본딩 수용부 안에 수용된 본딩 공구가 제공되어 있으며, 상기 본딩 공구로서 특히 쇄기가 사용되는, 본딩 장치에 있어서,

상기 본딩 장치의 본딩 헤드에 제 4 항에 따른 초음파 트랜스듀서가 제공된 것을 특징으로 하는, 본딩 장치.

청구항 6

전술한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

상기 초음파 트랜스듀서(35)의 기하학적인 세로 대칭축(S)이 특히 회전축(D)에서 또는 상기 회전축으로부터 약

간의 간격을 두고서 상기 본딩 헤드(2)의 기하학적인 회전축(D)에 대하여 평행하게 연장되고, 그리고/또는 특히 세로 중심선(W)에서 또는 상기 세로 중심선으로부터 약간의 간격을 두고서 상기 본딩 공구(5)의 세로 중심선(W)에 대하여 평행하게 연장되는 것을 특징으로 하는, 본딩 장치.

청구항 7

전술한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

상기 초음파 트랜스듀서(35)가 적어도 하나의 진동 여자기(37)를 포함하고, 각각의 진동 여자기(37)가 적어도 하나의 피에조 소자(38)를 포함하며, 이때 각각의 피에조 소자(38)는 상기 본딩 헤드(2)의 기하학적인 회전축(D)에 대하여 평행하게 연장되는 주 연장 방향(41)을 갖는 것을 특징으로 하는, 본딩 장치.

청구항 8

제 2 항, 제 3 항, 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

교류 전압이 인가될 때에 상기 진동 여자기(37)의 주 변형 방향 및/또는 상기 피에조 소자(38)의 주 변형 방향이 적어도 대체로 상기 피에조 소자(38)의 주 연장 방향(41)으로 연장되도록 초음파 에너지원, 특히 전압원(42), 특히 상기 전압원의 전압 주파수가 적응되거나 조절될 수 있는 것을 특징으로 하는, 본딩 장치.

청구항 9

제 4 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 공구 수용부(6)의 회전점(P)이 위치에 따라 상기 본딩 공구(5)의 한 진동 노드와 일치하도록, 상기 초음파-트랜스듀서(35)에 의해 진동으로 여기될 수 있는 본딩 헤드(2) 소자들의 형상 및 교류 전압, 특히 상기 교류 전압의 주파수가 상호 매칭되거나 또는 매칭될 수 있는 것을 특징으로 하는, 본딩 장치.

청구항 10

전술한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

교류 전압이 인가될 때에 진동하고 초음파-트랜스듀서(35), 공구 수용부(6) 및 공구(5)를 포함하는 부품 그룹의 공진 주파수, 특히 가장 낮은 공진 주파수에 적어도 대략 상응하도록 상기 초음파 에너지원의 주파수, 특히 전압원에서의 전압 주파수가 사전에 선택되거나 또는 조절될 수 있는 것을 특징으로 하는, 본딩 장치.

청구항 11

전술한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

하나 또는 다수의 피에조 소자(38)가 각각 직사각형의 가장자리를 갖는 디스크의 형태를 갖추고 있으며, 이때 각각의 피에조 소자(38)의 분극 방향(P)은 상기 디스크 평면에 대하여 가로로 방향 설정된 것을 특징으로 하는, 본딩 장치.

청구항 12

전술한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

상기 초음파-트랜스듀서(35)가 서로 평행하게 배치된 두 개 이상의 진동 여자기(37)를 포함하며, 이때 각각의 진동 여자기(37)는 하나의 피에조 소자 캐리어(16) 그리고 동일한 형태의 두 개의 피에조 소자(38)를 포함하고, 상기 두 개의 피에조 소자는 상기 피에조 소자 캐리어(16)의 상호 떨어져서 마주하는 그리고 서로 평행한 두 개의 표면(39, 40)에 평탄하게 고정되고, 바람직하게는 상기 표면에 평탄하게 접착되는 것을 특징으로 하는, 본딩 장치.

청구항 13

전술한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

동일한 진동 여자기(37)의 구성 부품인 피에조 소자들(38)의 분극 방향(P)이 서로 반대 방향으로 정렬된 상태로 진행하는 것을 특징으로 하는, 본딩 장치.

청구항 14

제 12 항 또는 제 13 항에 있어서,

상기 두 개 피에조 소자 캐리어(16) 중 하나의 피에조 소자 캐리어에 제공된 두 개 피에조 소자(38)의 분극 방향(P)은 상기 피에조 소자 캐리어(16)로부터 멀어지도록 방향 설정되어 있으며, 그리고 두 개 피에조 소자 캐리어(16) 중 다른 하나의 피에조 소자 캐리어에 제공된 두 개 피에조 소자(38)의 분극 방향(P)은 상기 피에조 소자 캐리어(16) 쪽을 향하도록 설정된 것을 특징으로 하는, 본딩 장치.

청구항 15

제 12 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 피에조 소자(38)는 상기 피에조 소자 캐리어(16)로부터 다른 쪽을 향하는 자신의 자유 표면에서 초음파 에너지원, 특히 전압원(42)에 연결되며, 그리고 상기 피에조 소자 캐리어(16)는 접지되는 것을 특징으로 하는, 본딩 장치.

청구항 16

제 2 항, 제 3 항, 제 6 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

특히 모든 피에조 소자(38)의 연결 라인(43, 45)이 서로 병렬 접속됨으로써, 상기 초음파 에너지원, 특히 전압원(42)은 모든 피에조 소자(38)에 상호 위상 동일한 전기 교류 전압을 제공할 수 있도록 적응된 것을 특징으로 하는, 본딩 장치.

청구항 17

제 2 항, 제 3 항, 제 6 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 본딩 공구가 기하학적인 공구 세로축(W)을 포함하고, 상기 공구 세로축은 피에조 소자(38)의 주 연장 방향(41)에 대하여 평행하게 그리고/또는 상기 본딩 헤드(2)의 기하학적인 회전축(D)을 따라서 연장되는 것을 특징으로 하는, 본딩 장치.

청구항 18

제 12 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 두 개의 피에조 소자 캐리어(16)는 일체형 트랜스듀서 바디(15)의 구성 부품이고, 상기 트랜스듀서 바디에는 특히 공구 수용부(6)도 일체형으로 제공되는 것을 특징으로 하는, 본딩 장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 트랜스듀서 바디(15)가 고정 포크(19)를 포함하고, 상기 고정 포크의 고정 암(20)의 종단부(21)는 피에조 소자 캐리어(16)의 세로 중앙 영역에서 각각 하나의 피에조 소자 캐리어(16)에 결합하는 것을 특징으로 하는, 본딩 장치.

청구항 20

적어도 하나의 트랜스듀서 바디(15) 및 적어도 하나의 진동 여기 소자(55)를 포함하는 초음파 트랜스듀서로서, 상기 진동 여기 소자는 자신에 의해서 발생되는 진동을 상기 트랜스듀서 바디(15)로 전달하기에 적합한 방식으로 상기 트랜스듀서 바디(15)에 연결된, 초음파 트랜스듀서에 있어서,

특히 본딩 공구(5)가 공구 수용부(6)에 장착되도록 구성된 초음파 트랜스듀서(35)는 진동 모드를 포함하고, 상기 진동 모드의 진동 형태는 본딩 공구(5)의 장착점(56)에서 적어도 하나의 회전축(A)을 중심으로 이루어지는 회전 방식의 발진 동작을 야기하거나 또는 회전 및 병진 동작을 위한 조합된 발진 여기를 야기하는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 진동 여기 소자(55)가 트랜스듀서 바디(15)에 파워 결합 방식으로 그리고/또는 형상 결합 방식으로 그리고/또는 재료 결합 방식으로 고정되는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 22

제 20 항에 있어서,

상기 발진 회전 동작은 상기 본딩 공구(5)의 세로축(W)에 대하여 수직인 또는 적어도 대체로 수직인 적어도 하나의 기하학적인 회전축(A)을 중심으로 이루어지도록 방향 설정된 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 23

제 20 항 내지 제 22 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 본딩 공구(5)의 기하학적인 세로축(W) 또는 상기 세로축에 대하여 평행한 기하학적인 선에 의해서 그리고 전술된 회전축(A)에 의해서 기하학적인 기준 평면(E)이 설정되며, 상기 적어도 하나의 진동 여기 소자(55)는 상기 기준 평면(E)으로부터 측면으로 이격된 상태로 배치되며, 그리고 상기 진동 여기 소자(55)에 의해서 트랜스듀서 바디(15)에 가해지는 파워는 본딩 공구(5)의 세로축(W)의 방향으로 혹은 대체로 이 방향으로 작용하는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 기준 평면(E)으로부터 측면으로 이격된 두 개 이상의 진동 여기 소자(55)가 존재하고, 상기 진동 여기 소자들은 상기 기준 평면(E)을 기준으로 서로 마주 보도록 배치되는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 25

제 20 항 내지 제 24 항 중 어느 한 항에 있어서,

특히 상기 기준 평면(E)의 동일한 측 또는 상이한 측에 배치된 상기 진동 여기 소자(55)가 상호 180° 만큼 위상 이동된 진동을 행사할 수 있도록 상기 진동 여기 소자(55)에 연결된 하나 또는 다수의 에너지원, 특히 하나 또는 다수의 전압원이 상기 진동 여기 소자(55)에 전력을 공급하기 위하여 제공되는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 26

제 23 항 내지 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기준 평면(E)의 각각의 측에 두 개 이상의 진동 여기 소자(55)가 배치되어 있으며, 이때 상기 기준 평면(E)의 양측에 배치된 진동 여기 소자(55)는 서로 쌍으로 마주 놓이고, 상기 기준 평면(E)의 동일한 측에서 서로 이웃하는 진동 여기 소자(55)는 이 진동 여기 소자가 상호 180° 만큼 위상 이동된 진동을 행사할 수 있도록 상기 에너지원(들)에 연결되며, 그리고 상기 기준 평면(E)을 기준으로 서로 쌍으로 마주 놓이는 진동 여기 소자(55)는 이 진동 여기 소자가 상호 180° 만큼 위상 이동된 진동을 행사할 수 있도록 상기 에너지원(들)에 연결되는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 27

제 23 항 내지 제 26 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기준 평면(E)의 동일한 측에 배치된 각각 두 개 이상의 진동 여기 소자(55)는 상기 본딩 공구(5)의 기하학적인 세로축(W)의 방향으로 연속으로 배치되는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 28

제 20 항 내지 제 27 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 트랜스듀서 바디(15)는 단 하나의 진동 여기 소자 캐리어(57)를 포함하고, 상기 진동 여기 소자(55), 특히

모든 진동 여기 소자(55)는 진동 여자기를 형성하면서 상호 떨어져서 마주하는 상기 진동 여기 소자 캐리어(57)의 두 개의 표면(39, 40)에 배치되며, 그리고 상기 진동 여기 소자 캐리어(57)는 적어도 대체로 직사각형 직육면체의 형태 또는 직사각형 플레이트의 형태를 갖는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 29

제 20 항 내지 제 28 항 중 어느 한 항에 있어서,

진동 여기 소자(55)로서 각각 적어도 하나의 피에조 소자(38)가 제공되며, 그리고 상기 트랜스듀서 바디(15)는 전체 피에조 소자를 지지하는 단 하나의 피에조 소자 캐리어(16)를 포함하고, 상기 피에조 소자 캐리어는 적어도 대체로 직사각형 직육면체의 형태 또는 직사각형 플레이트의 형태를 갖는 것을 특징으로 하는, 초음파 트랜스듀서.

청구항 30

특히 와이어 재료 혹은 스트립 재료로 이루어진 전기 도체와 특히 전기 회로와 같은 기판의 접촉점 사이에 본딩 결합을 만들기 위한 방법으로서,

본딩 공구를 제공하는 단계를 포함하고,

상기 본딩 공구를 초음파-진동 여기하기 위한 초음파 트랜스듀서를 제공하는 단계를 포함하며, 이때 상기 초음파 트랜스듀서는 적어도 하나의 진동 여자기를 포함하고, 상기 진동 여자기는 적어도 하나의 피에조 소자를 포함하며,

상기 피에조 소자에 전력을 공급하기 위한 초음파 에너지원, 특히 상기 피에조 소자에 전기 교류 전압을 인가하기 위한 전압원을 제공하는 단계를 포함하고, 그리고

본딩 공구를 이용해서 접촉점을 향하여 본딩될 전기 도체를 압착하는 동안 상기 본딩 공구를 진동 여기하는 단계를 포함하는, 본딩 결합을 만들기 위한 방법에 있어서,

상기 본딩 공구(5)의 진동 여기를 위하여 작동 중에 상기 진동 여자기(37)의 기하학적인 주 변형 라인(49) 및/ 또는 상기 피에조 소자(38)의 주 변형 라인(50)이 상기 피에조 소자(38)의 분극 방향(P)에 대하여 가로로 연장되도록 초음파 에너지원, 특히 전압원(42), 특히 상기 전압원의 초음파 주파수를 선택하거나 또는 조절하는 것을 특징으로 하는, 본딩 결합을 만들기 위한 방법.

청구항 31

특히 와이어 재료 혹은 스트립 재료로 이루어진 전기 도체와 특히 전기 회로와 같은 기판의 접촉점 사이에 본딩 결합을 만들기 위한 방법으로서,

본딩 공구를 초음파-진동 여기하기 위하여 본딩 공구 및 초음파 트랜스듀서를 제공하는 단계를 포함하고,

본딩 공구를 이용해서 접촉점을 향하여 본딩될 전기 도체를 압착하는 동안 상기 본딩 공구를 진동 여기하는 단계를 포함하는, 본딩 결합을 만들기 위한 방법에 있어서,

공구 수용부(6)에서 본딩 공구(5)를 진동 여기하기 위하여 공구 세로축(W)에 대하여 가로로 뻗는 기하학적인 회전축(A)을 갖는 발진 토크(M)를 상기 본딩 공구(5) 안으로 도입하거나, 또는 공구 수용부(6)에서 본딩 공구(5)를 진동 여기하기 위하여 발진 토크(M) 및 병진 운동 방식의 발진 여기를 상기 본딩 공구(5) 안으로 도입하는 것을 특징으로 하는, 본딩 결합을 만들기 위한 방법.

청구항 32

제 31 항에 있어서,

본딩 공구(5)의 한 진동 노드의 장소에서 상기 발진 토크(M)를 상기 본딩 공구 안으로 도입하는 것을 특징으로 하는, 본딩 결합을 만들기 위한 방법.

청구항 33

제 30 항 또는 제 31 항에 있어서,

전술한 항들 중 어느 한 항 또는 다수의 항에 따른 본딩 장치(1)를 사용하는 것을 특징으로 하는, 본딩 결합을

만들기 위한 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 제 1 양상에 따라 특별히 와이어 재료 혹은 스트립 재료로 이루어진 전기 도체와 특히 전기 회로와 같은 기판의 접촉점 사이에 본딩 결합을 만들기 위한 본딩 장치와 관련이 있으며, 이 경우 본딩 장치는 바람직하게 기하학적인 수직 회전축을 중심으로 회전할 수 있는 본딩 헤드를 구비하고, 상기 본딩 헤드에는 본딩 공구 그리고 본딩 공구를 초음파-진동 여기하기 위한 초음파 트랜스듀서가 제공되어 있다.

배경기술

[0002] 상기와 같은 본딩 장치는 공지된 바대로 다음과 같은 방식으로 동작을 한다: 통상적인 실시 예에서 소위 쐐기(쐐기)가 사용될 수 있는 본딩 공구를 이용하여 예컨대 알루미늄 와이어 혹은 금 와이어와 같은 전기 도체의 본딩 될 영역이 소정의 압축력에 의해 예컨대 전기 회로와 같은 기판의 원하는 접촉점에 대하여 압착되는 한편, 본딩 공구가 압착 방향에 대하여 가로로 초음파 진동을 형성하고 도체와 접촉점 사이에 소위 임의의 본딩 결합이 만들어질 때까지 상기 초음파 진동을 도체로 전달한다. 본딩 공구를 초음파-진동 여기하기 위해서는 통상적으로 디스크 모양의 피에조 소자(piezo element)로 이루어진 스택을 진동 여자기로서 구비하는 소위 초음파-트랜스듀서(독: Ultraschall-Wandler)가 이용된다. 피에조 소자에는 통상적으로 상기 피에조 소자가 주로 자체 디스크 평면에 대하여 수직으로 그리고 그로 인해 피에조 소자-스택도 자체의 스택-길이 방향으로 시간차를 두고 길이 팽창 및 길이 연장을 실행할 수 있도록 교류 전압이 인가된다. 이와 같은 주기적인 길이 변경에 의해 서는 통상적으로 기계적인 세로 진동을 위한 본딩 공구의 공구 수용부도 상기 길이 변경의 방향으로 여기된다. 공구 수용부로서는 종종 상기 동일한 방향으로도 길게 늘어진 그리고 점차 원추형으로 좁아지는 소위 뿔이 사용되는데, 상기 뿔의 피크에 본딩 공구가 삽입되어 예를 들어 클램핑 스크루(clamping screw)에 의해 고정됨으로써, 결과적으로 이 경우에는 상기 뿔의 공구 세로축이 트랜스듀서-세로축에 대하여 수직으로, 다시 말해 진동 방향에 대하여 수직으로 연장된다. 이로 인해 공구 피크도 공구-세로축에 대하여 가로로 발진 동작을 형성하고, 이와 같은 가로 진동 동작은 본딩 결합을 만들기 위해서 이용된다. 상기와 같은 초음파-트랜스듀서를 구비한 본딩 장치는 수많은 적용 가능성 그리고 장점을 제공해준다. 다른 한 편으로는 좁은 공간에 다수의 본딩 결합이 형성되어야 한다는 요구도 종종 존재하는데, 이 경우에는 소위 본딩 헤드, 즉 본딩 공구 및 초음파-트랜스듀서(그리고 일반적으로는 소위 와이어 가이드 그리고 소위 두꺼운 와이어 본더의 경우에는 상황에 따라 절단 공구)가 설치되어 있는 본딩 장치의 부품 그룹들이 수직으로 방향 설정된 기하학적인 회전축을 중심으로 신속한 회전 동작을 실행해야만 한다. 이때 제약이 되는 사실은 종래의 초음파-트랜스듀서가 장착된 본딩 헤드는 기능적인 이유에서 그리고 그와 더불어 구조적인 이유에서 큰 관성 능률을 가지며, 이와 같은 큰 관성 능률은 본딩 헤드의 회전을 어렵게 하거나 또는 대형의 회전 구동 장치를 요구하게 된다는 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 상기와 같은 내용을 배경으로 하는 본 발명의 과제는 서문에 언급된 유형의 본딩 장치를 바람직하게 개선함으로써 특히 전술된 단점을 가급적 광범위하게 회피하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0004] 상기 과제는 본 발명에 따라 다른 무엇보다도 그리고 실제로 초음파 트랜스듀서의 주(主) 연장 방향 및/또는 상기 초음파 트랜스듀서의 연장 방향이 최소 관성 능률(minimum moment of inertia)의 기하학적인 축의 방향으로 상기 본딩 헤드의 기하학적인 회전축에 대하여 평행하게 (측면 간격을 두거나 또는 측면 간격 없이) 연장된다는 특징과 연관해서 해결된다. 상기 주 연장 방향은 초음파-트랜스듀서가 자신의 연장 방향과 비교할 때 최대의 치수를 갖는 연장 방향이다. 전술된 본딩 헤드의 회전축도 우선적으로는 기하학적 축인데, 다시 말하자면 반드시 구조적인 축일 필요는 없다. 이와 같은 본 발명에 따라 선택된 해결책에 의해서는, 초음파-트랜스듀서의 주 연장 방향이 본딩 헤드의 기하학적인 회전축에 대하여 수직으로 연장되는 종래의 본딩 장치와 비교할 때 관성 능률이 상기 기하학적인 본딩 헤드 회전축만큼 줄어들게 된다. 이와 같은 방식에 의해서는 본딩 헤드의 기하학적인 수직 회전축을 중심으로 이루어지는 상기 본딩 헤드의 회전이 더 신속해질 수 있고, 회전 구동 장치를

위해서도 단지 비교적 크기가 작은 구동 장치가 필요하게 된다.

발명의 효과

[0005]

제 2 양상에 따르면 본 발명은 초음파-트랜스듀서, 특히 본딩 장치의 본딩 공구를 초음파-진동 여기하기 위한 본딩 장치를 위한 초음파-트랜스듀서와 관련이 있으며, 이 경우 상기 초음파-트랜스듀서는 적어도 하나의 진동 여자기를 포함하고, 이 진동 여자기는 적어도 하나의 피에조 소자를 포함하며, 이 경우에는 초음파 에너지원, 특히 피에조 소자에 전기 교류 전압을 인가하기 위한 전압원이 제공되어 있다.

[0006]

서문에 언급된 선행 기술로부터 출발하는 본 발명의 과제는 상기와 같은 초음파-트랜스듀서를 바람직하게 개선함으로써 특히 제조 기술적으로 그리고/또는 사용 기술적으로 여러 가지 장점에 도달할 수 있도록 하는 것이다.

[0007]

상기 과제는 본 발명에 따라 다른 무엇보다도 그리고 실제로, 그리고 작동 중에, 특히 교류 전압이 인가될 때에 진동 여자기의 주 변형 방향 및/또는 피에조 소자의 주 변형 방향이 상기 피에조 소자의 분극 방향에 대하여 가로로 또는 세로로 연장되도록 초음파 에너지원, 특히 전압원, 바람직하게는 특별히 전압 주파수와 같은 상기 전 압원의 주파수가 적응되거나 또는 조절될 수 있다는 특징과 연관해서 해결된다. 이 경우에는 진동 여자기(예컨대 피에조 소자 디스크로 이루어진 스택)의 주 변형 방향 또는 피에조 소자 자체의 주 변형 방향이 상기 피에조 소자의 분극 방향에 대하여 평행한 종래 트랜스듀서-실시 예들의 기본적인 방향 전환이 문제가 된다. 이 경우 주 변형 방향은 인가되는 전기 교류 전압으로 인해 다른 방향들과 비교할 때 가장 큰 변형(다시 말하자면 연장 또는 팽창)이 야기되는 공간 방향을 의미한다. 분극 방향은 피에조 소자에 고정적으로 할당되어 있고 한 가지 특정 방향으로 향하는 방향 설정을 의미하며, 이와 같은 방향 설정은 피에조 소자를 제조할 때에 하나의 전기장 안에 쌍극자를 정렬시킴으로써 이루어지고 제조 후에는 대부분이 유지된다(소위 잔류 자기성 분극). 피에조 소자에 교류 전압이 인가되는 경우에 상기 피에조 소자는 일반적으로 전체 공간 방향에서 연장과 팽창을 교대로 경험하며, 이 경우 다양한 공간 방향에서의 각각의 양 또는 크기는 일반적으로 상이하게 나타난다. 본 발명은 각각 개별적으로 할당된 한 가지 공간 방향(또는 기하학적인 몸체 축)에서 나머지 공간 방향에 비해 크기가 더 큰 길이 변경을 야기하는 특정한 교류 전압 주파수가 존재한다는 인식으로부터 출발하며, 이 경우 상기 주파수는 피에조 소자의 형태 및 치수에 의존할 뿐만 아니라 인접하는 또는 함께 진동하는 부품들의 여러 가지 상황에도 의존한다. 본 발명에 따르면 상기 제안된 해결책에 의해서는 특히 디스크 평면에 대하여 수직으로 또는 가로로 연장되는 분극 방향을 갖는 디스크 모양의 또는 얇은 피에조 소자를 사용할 때, 전압이 사전에 결정된 경우에는 비교적 높은 전계 강도가 발생하게 되고, 그로 인하여 형태 변경에 의해 전달될 수 있는 높은 파워가 발생하게 된다. 이와 같은 해결책에서의 장점은 트랜스듀서를 설계할 때에 많은 자유가 얻어지고, 피에조 소자의 간단한 조립이 가능해진다는 것이다. 본 발명은 와이어 재료 혹은 스트립 재료로 이루어진 전기 도체와 바람직하게 전기 회로와 같은 기판의 접촉점 사이에 바람직하게 본딩 결합을 만들기 위한 본딩 장치도 포함하며, 상기 본딩 장치는 전술된 실시 예에 따른 초음파-트랜스듀서 및 본딩 공구를 포함하는 본딩 헤드를 구비한다.

[0008]

제 3 양상에 따르면 본 발명은 본딩 공구를 초음파-진동 여기하기 위한 초음파-트랜스듀서와 관련이 있으며, 이 경우 상기 초음파-트랜스듀서는 상호 이격된 상태로 공구 수용부에 고정되는 두 개 이상의 진동 여자기를 포함하고, 이때에는 상기 진동 여자기에 전력을 공급하기 위한 적어도 하나의 초음파 에너지원, 특히 상기 진동 여자기에 전기 교류 전압을 인가하기 위한 적어도 하나의 전압원이 제공되어 있다.

[0009]

상기와 같은 내용으로부터 출발하는 본 발명의 과제는 상기와 같은 본딩 장치의 바람직한 개선 예를 제시하는 것이다.

[0010]

상기 과제는 본 발명에 따라 다른 무엇보다도 그리고 실제로 작동 중에, 특히 교류 전압이 인가될 때에 두 개 진동 여자기의 주 변형 방향이 서로 평행하게 또는 대체로 평행하게 진행하여 상기 두 개 진동 여자기의 시간에 따라 변동되는 변형들이 서로 위상 변위된 상태로, 바람직하게는 절반 주기만큼, 다시 말하자면 180° 만큼 위상 변위된 상태로 만료되거나 또는 종결되는 방식으로, 하나 또는 다수의 초음파 에너지원, 특히 전압원 또는 전압원들, 바람직하게 주파수 및/또는 예를 들어 상기 주파수에 의해서 발생되는 교류 전압 또는 교류 전압들의 위상 위치가 진동 여자기의 구조에 매칭되거나 또는 상기 진동 여자기의 구조에 매칭될 수 있다는 특징과 연관해서 해결된다. 이 경우 상기 '주기'라는 용어는 '위상 길이'라는 용어 대신에 사용되거나 또는 '위상 길이'라는 용어와 동일한 의미로 사용되며, 180° 만큼의 위상 이동(대응 위상)은 절반 위상 길이만큼 위상이 이동될 때에 이루어진다. 제 3 양상과 관련하여 본 발명은 또한 와이어 재료 혹은 스트립 재료로 이루어진 전기 도체와 바람직하게 전기 회로와 같은 기판의 접촉점 사이에 본딩 결합을 만들기 위한 본딩 장치와도 관련이 있으며, 이 경우 본딩 장치는 공구 수용부 안에 수용된 본딩 공구, 바람직하게는 쇄기 그리고 전술된 본 발명에 따른 초음파 트랜스듀서를 포함하는 본딩 헤드를 구비한다. 다수의, 바람직하게는 상호 이격된 상태로 공구 수용부에 고

정되는 두 개의 피에조 소자가 상이한 시간-변형-파형을 가짐으로써, 공구 수용부는 발진 회전 동작을 실행하게 되고, 상기 공구 수용부 안에 수용된, 바람직하게는 길게 늘어진 본딩 공구의 단부로 상기 발진 회전 동작을 전달한다. 공구 수용부의 회전각의 주기적인 변동에 의해서 그리고 이로 인해 본딩 공구 안으로 도입되는 발진 토크에 의해서 본딩 공구는 횡(transversal) 진동을 예기하게 되는데, 다시 말하자면 상기 본딩 공구의 길이 연장부 또는 주 연장 방향에 대하여 수직으로 또는 가로로 진동을 예기한다. 그러나 휨 진동 또는 가로 진동으로도 언급되는 상기 진동은 선행 기술과 달리 소위 진동 루프(loop)의 위치에서 예기되지 않고, 오히려 바람직하게는 주파수에 의존하는 진동 형태(또는 진동 모드)를 갖는 소위 진동 노드(node)의 위치에서 예기된다. 상기 횡 진동은 전체 본딩 공구에 영향을 미치고, 본딩 공구의 설계 또는 형상이 적합한 경우에는 상기 본딩 공구의 본딩 공구도 공구 길이 방향에 대하여 가로로 진동을 야기하며, 이와 같은 진동은 본딩 공구의 압착에 의해서 본딩 결합을 만들기 위한 전기 도체로 전달될 수 있다.

[0011] 본 발명의 틀 안에서는 전술된 발명 양상들 중에 각각 두 가지 또는 세 가지 모든 발명 양상의 해결 특징들의 조합도 가능하다는 사실은 자명하다. 피에조 소자로서는 기본적으로 피에조-작동기(actuator)로서 공지된 모든 타입의 피에조 소자가 사용될 수 있으며, 이 경우에는 압전 세라믹 또는 압전 크리스탈의 사용이 선호된다.

[0012] 특히 본 발명의 제 1 양상과 관련해서 바람직한 사실은, 초음파-트랜스듀서의 기하학적인 길이 중심선이 본딩 헤드의 기하학적인 회전축에 대하여 평행하게 그리고/또는 본딩 공구의 길이 중심선에 대하여 평행하게 연장된다는 것이다. 이와 같은 방식에 의해서는 관성 능률이 본딩 헤드 회전축만큼 최소화될 수 있다. 초음파-트랜스듀서가 적어도 하나의 진동 여자기, 바람직하게는 서로 평행하게 뻗는 두 개의 진동 여자기를 포함할 수 있는 가능성도 존재하며, 이 경우 각각의 진동 여자기는 적어도 하나의 피에조 소자, 바람직하게는 각각 두 개의 피에조 소자를 포함하며, 이때 각각의 피에조 소자는 본딩 헤드의 기하학적인 회전축에 대하여 평행하게 연장되는 주 연장 방향을 갖는다. 여기서 '주 연장 방향'이라는 용어는 피에조 소자의 치수가 다른 방향에서보다 상기 방향에서 더 크다는 것을 의미한다.

[0013] 특히 상기 본 발명의 제 2 양상과 관련해서 바람직한 사실은, 교류 전압이 인가될 때에 진동 여자기의 주 변형 방향 및/또는 피에조 소자(들)의 주 변형 방향이 상기 피에조 소자(들)의 주 연장 방향으로 연장되도록 초음파 에너지원, 특히 전압원, 바람직하게는 상기 전압원의 전압 주파수가 적응되거나 조절될 수 있다는 것이다.

[0014] 특히 상기 본 발명의 제 3 양상과 관련해서 바람직한 사실은, 공구 수용부의 회전점 및 특히 순간적인 회전 중심(instantaneous center of rotation)이 위치에 따라 본딩 공구의 한 진동 노드에 존재하도록, 초음파-트랜스듀서에 의해 진동으로 여기될 수 있는 본딩 헤드 소자들의 형상 및 교류 전압, 특히 이 교류 전압의 주파수가 상호 매칭되거나 또는 매칭될 수 있다는 것이다.

[0015] 전술된 본 발명의 양상들과 관련해서는 교류 전압이 인가될 때에 진동하고 초음파-트랜스듀서, 공구 수용부 및 공구를 포함하는 부품 그룹의 공진 주파수, 바람직하게는 가장 낮은 최초 공진 주파수, 즉 제 1 고유 모드에 정확하게 또는 적어도 대략 상응하도록 상기 초음파 에너지원에서의 주파수, 바람직하게는 전압원에서의 전압 주파수가 사전에 선택되거나 또는 조절될 수 있는 가능성도 존재한다. 바람직하게 본딩 공구에 의해 진동하는 상기 시스템은 제 1 고유 주파수에서 그리고 그와 더불어 상기 시스템에 할당된 제 1 고유 형태에서 진동으로 여기될 수 있지만, 예를 들어 제 2, 제 3 등의 고유 주파수/고유 형태를 위한 진동 여기도 가능할 수 있다. 한 가지 바람직한 실시 예에서는 하나 또는 다수의 피에조 소자가 각각 직사각형의 가장자리를 갖는 디스크의 형태를 갖추고 있으며, 이 경우 직사각형 윤곽의 에지 길이는 디스크의 두께보다 더 크며, 이때 각각의 피에조 소자의 분극 방향은 자체 디스크 평면을 기준으로 상기 디스크 평면에 대하여 가로로 또는 수직으로 방향 설정되어 있다.

[0016] 공구 수용부 또는 본딩 공구 안으로 발진 토크를 도입하기 위해서는 초음파-트랜스듀서가 서로 평행하게 배치된 두 개 이상의 진동 여자기를 포함하는 것이 바람직하며, 이 경우 각각의 진동 여자기는 하나의 피에조 소자 캐리어 그리고 동일한 형태의 두 개의 피에조 소자를 포함하고, 상기 두 개의 피에조 소자는 상기 피에조 소자 캐리어의 상호 떨어져서 마주하는 그리고 서로 평행한 두 개의 표면에 평탄하게 고정되어 있고, 바람직하게는 상기 표면에 평탄하게 접착되어 있다. 그럼으로써 그리고 선택된 교류 전압과 관련해서 실제로는 주 연장 방향으로 이루어지는 피에조 소자의 길이 변경만이 본딩 공구의 진동 여기를 위해서 이용될 수 있게 된다. 피에조 소자가 평탄하게 고정됨으로써 바람직하게 예를 들어 강철 또는 티타늄과 같은 금속으로 이루어질 수 있는 피에조 캐리어 소자도 상응하게 변형된다. 따라서, 각각의 진동 여자기는 중앙 피에조 소자 캐리어가 마주 놓인 두 개의 피에조 소자 사이에 샌드위치 형태로 배치되는 배열 상태를 갖게 된다. 상기와 같은 내용과 관련해서 그리고 상기와 같은 두 개 진동 여자기의 전술된 병렬 배치와 관련해서 바람직한 사실은 동일한 진동 여자기의 구성

부품인 피에조 소자들의 분극 방향이 서로 반대 방향으로 정렬된 상태로 진행한다는 것, 다시 말해 거의 반대의 극성 신호를 갖는다는 것이다. 이와 관련해서 바람직한 또 다른 사실은 두 개 피에조 소자 캐리어 중 하나의 피에조 소자 캐리어에 제공된 두 개 피에조 소자의 분극 방향은 각각 방향으로 상기 피에조 소자 캐리어의 표면으로부터 멀어지도록 방향 설정되어 있다는 것, 그리고 두 개 피에조 소자 캐리어 중 다른 하나의 피에조 소자 캐리어에 제공된 두 개 피에조 소자의 분극 방향은 각각 방향으로 상기 피에조 소자 캐리어의 표면 쪽을 향하도록 설정되어 있다는 것이다. 전술된 장점들에 의해서는, 전체 피에조 소자에 동일한, 다시 말해 위상 동일한 교류 전압이 인가되고 피에조 소자 캐리어가 예컨대 접지됨으로써 두 개 진동 여자기의 상이하면서도 특히 반대 방향의 원하는 길이 변경이 회로 기술적으로 특히 간단하게 구현될 수 있다. 특별히 피에조 소자들이 상기 피에조 소자 캐리어로부터 다른 쪽을 향하고 있는 자유 표면에서 예를 들어 납땜 장소에 의해 초음파 에너지원, 특히 전압원에 간단히 연결될 수 있는 가능성이 존재한다. 따라서, 예를 들어 모든 피에조 소자의 연결 라인이 서로 별별 접속됨으로써 예컨대 $u(t) = U \cos(\omega t)$ 의 형태를 갖고 전체 피에조 소자에 인가되는 단 한 가지 교류 전압만을 제공하는 초음파 에너지원 또는 전압원이 사용될 수 있다. 전술된 작용 방식과 관련해서 바람직한 한 가지 배열 상태는 본딩 공구의 기하학적인 세로축이 피에조 소자의 주 연장 방향에 대하여 평행하게 그리고/또는 본딩 헤드의 기하학적인 회전축을 따라서 연장되는 배열 상태이다. 공간을 절약하는 안정적인 한 가지 바람직한 실시 예에서는 바람직하게 본딩 공구를 지지하기 위한 공구 수용부가 일체형으로 형성된 공통의 일체형 트랜스듀서 바디의 구성 부품인 두 개의 피에조 소자 캐리어가 제공된다. 이와 같은 의미에서는 상기 트랜스듀서 바디가 통합적으로 또는 일체형으로 하나의 고정 포크를 포함하는 것도 바람직하며, 상기 고정 포크의 고정 암은 자체 세로 단부에서 각각 하나의 피에조 소자 캐리어의 세로 중앙 영역에 결합한다.

[0017] 본 발명은 또한 적어도 하나의 트랜스듀서 바디 및 적어도 하나의 진동 여기 소자를 포함하는 초음파 트랜스듀서와도 관련이 있고, 상기 진동 여기 소자는 자신에 의해서 발생되는 진동을 트랜스듀서 바디로 전달하기에 적합한 방식으로 트랜스듀서 바디에 연결되어 있으며, 바람직하게 본딩 공구가 공구 수용부에 장착되도록 구성된 초음파 트랜스듀서는 진동 모드를 포함하고, 이 진동 모드의 진동 형태가 본딩 공구의 장착점에서 적어도 하나의 회전축을 중심으로 이루어지는 회전 방식의 발진 동작을 야기하는 바람직한 개선 예를 제안하고 있다. 대안적으로는 전술된 본딩 공구 장착점에서의 진동 형태가 회전과 병진이 조합된 발진 여기를 야기할 수 있는 가능성도 존재한다. 한 가지 선호되는 개선 예에서는 진동 여기 소자가 트랜스듀서 바디에 강제 결합 방식으로 그리고/또는 형상 결합 방식으로 그리고/또는 재료 결합 방식으로 고정된다. 상기 회전 방식의 발진 동작은 본딩 공구의 세로축에 대하여 수직이거나 적어도 대체로 수직인 적어도 하나의 가상의 또는 기하학적인 회전축을 중심으로 이루어지도록 방향 설정된 경우도 바람직하다. 더 상세하게 설명하자면, 본딩 공구의 기하학적인 세로축 또는 상기 세로축에 대하여 평행한 기하학적인 선에 의해서 그리고 전술된 회전축에 의해서 가상의 또는 기하학적인 기준 평면이 설정될 수 있다는 가능성, 상기 적어도 하나의 진동 여기 소자가 상기 기준 평면으로부터 측면으로 이격된 상태로 배치될 수 있다는 가능성, 그리고 진동 여기 소자에 의해서 트랜스듀서 바디에 가해지는 파워가 본딩 공구의 세로축의 방향으로 혹은 대체로 이 방향으로 또는 상기 본딩 공구의 (연장된 가상의) 세로축에 대하여 평행하게 작용할 수 있다는 가능성이 존재한다. 바람직한 것으로 간주될 수 있는 사실은 기준 평면으로부터 측면으로 이격된 두 개 이상의 진동 여기 소자가 존재하고, 상기 진동 여기 소자들이 기준 평면을 기준으로 서로 마주보도록 배치되어 있다는 것이다. 한 가지 추가 실시 예에서는 진동 여기 소자에 에너지를 공급하기 위하여 하나 또는 다수의 초음파 에너지원, 바람직하게는 하나 또는 다수의 전압원 또는 전류원이 제공되어 있고, 상기 초음파 에너지원들은 상호 180° 만큼 위상 이동된 진동을 야기하도록 진동 여기 소자들에 연결되어 있다.

[0018] 한 가지 바람직한 실시 예에서는 기준 평면의 각각의 측에 두 개 이상의 진동 여기 소자가 배치되어 있으며, 이 경우 상기 기준 평면의 두 개의 혹은 다양한 측에 배치된 진동 여기 소자들은 서로 쌍으로 마주보고 있으며, 이 때 기준 평면의 동일한 측에는 서로 이웃하는 진동 여기 소자들이 상호 180° 만큼 위상 이동된 진동을 야기하도록 하나의 에너지원에 연결되어 있거나 또는 다수의 에너지원에 연결되어 있으며, 그리고 이 경우 기준 평면에 대하여 서로 쌍으로 마주 놓인 진동 여기 소자들은 이 진동 여기 소자들이 상호 180° 만큼 위상 이동된 진동을 야기하도록 하나의 초음파 에너지원에 연결되어 있거나 또는 다수의 초음파 에너지원에 연결되어 있다. 특히 공구 세로축을 중심으로 발생하는 가급적 적은 관성 능률과 관련해서도 바람직한 콤팩트한 구조적 형상은 기준 평면의 동일한 측에 배치된 각각 두 개 이상의 진동 여기 소자가 본딩 공구의 기하학적인 세로축의 방향으로 연속으로 배치됨으로써 성취된다. 이 경우에는 트랜스듀서 몸체가 단 하나의 진동 여기 소자 캐리어를 포함할 수 있는 가능성, 그리고 진동 여기 소자들, 바람직하게는 전체 진동 여기 소자가 단 하나의 진동 여자기를 형성하면서 상기 진동 여기 소자 캐리어의 상호 떨어져서 마주하는 두 개의 표면에 배치될 수 있는 가능성이 존재하며, 이 때 상기 진동 여기 소자 캐리어는 적어도 실제로는 직사각형 직육면체의 형태 또는 직사각형 플레

이트의 형태를 갖는다. 이와 같은 초음파 트랜스듀서는 서로 평행하게 배치된 두 개의 진동 여자기를 구비한 전술된 초음파 트랜스듀서와 기본적인 구조상 상이하지만, 마찬가지로 본딩 공구의 공구 수용부 안으로 발진 토크를 도입시킬 수 있다. 한 가지 실시 예에서는 진동 여기 소자로서 각각 적어도 하나의 피에조 소자가 제공됨으로써, 결과적으로 트랜스듀서 바디는 전체 피에조 소자를 지지하는 단 하나의 피에조 소자 캐리어만을 포함하게 되고, 상기 단 하나의 피에조 소자 캐리어는 적어도 실제로는 직사각형 직육면체의 형태 또는 직사각형 플레이트의 형태를 갖게 된다.

[0019]

전술된 실시 예들로부터 분명해지는 사실은 본 발명에 의해 제안된 본딩 장치 그리고 상기 본딩 장치의 초음파 트랜스듀서는 지금까지 공지된 구조적 형상과 현저히 상이하다는 것이다. 초음파 용접할 때에 통상적으로 사용되는 공지된 트랜스듀서는 진동 발생기에 의해 세로 진동으로 여기되고, 이와 같은 세로 진동을 진동 방향에 대하여 수직으로 배치된 공구로 전달하며, 상기 세로 진동을 휨 진동으로 여기시킨다. 그에 비해 본 발명은 트랜스듀서에 대한 공구의 각각 정렬이 더 이상 필요치 않은 새로운 배열 상태를 목표로 한다. 관성 능률 및 구조적인 용적과 관련해서 개선된 실시 예가 성취될 수 있다. 또한, 간단한 바디(예컨대 단순한 윤곽을 갖는 플레이트, 디스크)를 사용함으로써 트랜스듀서의 제조 비용이 줄어들 수 있고, 트랜스듀서에 장착되는 작동기 또는 진동 여기 소자의 장착 작업도 단순해질 수 있다. 본 발명은 전술된 양상들에 따라 트랜스듀서의 주 연장 방향, 다시 말해 트랜스듀서의 최소 관성 능률의 축 방향 그리고 공구의 주 연장 방향이 동일한 실시 예를 제안한다. 트랜스듀서가 진동 여기 소자 또는 진동 여기 소자에 의해서 진동으로 여기됨으로써, 결과적으로 작동 주파수를 위해서는 공구의 고정 장소에서 대체로 회전 운동을 실행하여 노드에 있는 공구의 진동 형태를 휨 진동으로 여기시키는 진동 형태가 형성된다. 본 발명은 트랜스듀서 또는 트랜스듀서 바디가 실제로 임의의 윤곽을 갖는 바람직하게 디스크 모양의 그리고 경우에 따라서는 (특히 연장 방향으로 계단식으로) 두께가 변경될 수 있는 두 개의 결합된 영역으로 구성되고, 진동 여기 소자 또는 진동 여기 소자에 의해 세로 진동으로 여기된다는 사실을 한 가지 가능성으로서 제안하고 있으며, 이 경우 공구는 상기 디스크 모양 바디의 평면에서 진동한다. 바람직하게는 두 개 이상의 작동기(진동 여기 소자)가 주 연장 방향에 대하여 평행하게 뻗는 트랜스듀서의 마주 놓인 외부면에서 좌측 및 우측 영역에 평탄하게 장착된다. 한 가지 바람직한 조립 방식은 예를 들어 작동기들을 접착시키는 방식이지만, 기본적으로는 강제 결합 방식의 결합, 형상 결합 방식의 결합 그리고 재료 결합 방식의 결합이 대안적으로 또는 조합적으로 고려된다. 마주 놓인 작동기들의 트리거링은 바람직하게 동일한 위상으로 이루어진다. 한 가지 가능한 변형 예에서는 네 개 이상의 작동기(진동 여기 소자)가 주 연장 방향에 대하여 평행하게 뻗는 상기 두 개 결합 영역의 마주 놓인 각각 두 개의 외부면에 평탄하게 장착된다. 하나의 영역 안에서는 작동기들이 재차 바람직하게 동일한 위상으로 트리거링 되는 한편, 두 개의 영역은 반대 위상으로 트리거링 된다(위상은 바람직하게 180° 이다).

[0020]

상기 해결책에서는 주 연장 방향의 정렬 그리고 전술된 구조적 형상과 관련해서 두 개의 결합 영역을 갖는 하나의 수직 트랜스듀서가 언급될 수 있다.

[0021]

본 발명은 전술된 다른 해결책에 따라, 두 개의 마주 놓인 외부면에 트랜스듀서의 세로축에 대하여 평행하게 장착된 진동 여기기(들)에 의해 또는 진동 여기 소자(들)에 의해 진동으로 여기되는 플레이트 모양의 바디로 트랜스듀서가 구성되는 실시 예를 제안한다. 공구는 전술된 두 개의 결합 부분 바디로 형성된 트랜스듀서와 달리 플레이트 모양 바디의 평면에 대하여 수직으로 진동한다. 상기 바디의 상부 절반에 있는 외부면에 두 개의 작동기(진동 여기 소자)를 장착하고 상기 작동기들을 반대 위상으로 트리거링 할 수 있는 가능성이 존재한다. 한 가지 대안적인 실시 예에서는 네 개의 작동기(진동 여기 소자)가 트랜스듀서에 장착되어, 특별히 두 개의 작동기가 각각의 측에 그리고 그와 동시에 상부 절반과 하부 절반에 각각 하나씩 장착된다. 하나의 측에 배치된 작동기들은 바람직하게 반대 위상으로 트리거링 된다. 그 결과 각각 대각으로 마주 놓인 작동기들은 서로 반대 위상으로 트리거링 된다. 이와 같은 변형 예는 일체형으로 구성된 수직 트랜스듀서의 정렬 및 구조적 형상과 관련해서 언급될 수 있다.

[0022]

본 발명은 마지막으로 두 개의 결합 영역 및 일체형의 수직 트랜스듀서를 구비한 수직 트랜스듀서로 이루어진 조합 가능성도 제시하고 있다. 이와 같은 조합 가능성에 의해서는 본딩 공구가 조립 평면에서 하나의 직선상에 서뿐만 아니라 원형의 트랙 상에서도 진동할 수 있으며 그리고/또는 조립 평면에 대하여 수직인 추가의 운동 성분들을 얻을 수 있다.

[0023]

본 발명은 또한 바람직하게 - 다시 말하자면 필수 조건은 아님(예를 들어 플라스틱 부분 또는 다른 초음파 용접 가능한 부품들도 연결될 수 있음) - 와이어 재료 혹은 스트립 재료로 이루어진 전기 도체와 예를 들어 전기 회로와 같은 기판의 접촉점 사이에 본딩 결합을 만들기 위한 방법과도 관련이 있으며, 이 방법은 본딩 공구를 제공하는 제 1 단계, 본딩 공구를 초음파-진동 여기하기 위한 초음파-트랜스듀서를 제공하는 제 2 단계를 포함하

며, 이 경우 상기 초음파-트랜스듀서는 적어도 하나의 진동 여자기를 포함하고, 상기 진동 여자기는 적어도 하나의 피에조 소자를 포함하며, 상기 방법은 또한 피에조 소자에 전력을 공급하기 위한 초음파 에너지원, 바람직하게는 피에조 소자에 전기 교류 전압을 인가하기 위한 전압원을 제공하는 제 3 단계, 그리고 본딩 공구를 이용해서 본딩할 전기 도체를 접촉점에 압착하는 동안 상기 본딩 공구의 진동을 여기하는 제 4 단계를 포함한다.

[0024] 서문에 언급된 진술들을 참조한 본 발명의 과제는 상기와 같은 본딩 방법을 바람직하게 개선하는 것이다.

[0025] 상기 과제는 본 발명에 따라 다른 무엇보다도 그리고 실제로, 그리고 본딩 공구의 진동 여기를 위하여 작동 중에, 바람직하게는 교류 전압이 인가될 때에 진동 여자기의 주 변형 방향 및/또는 피에조 소자의 주 변형 방향이 상기 피에조 소자의 분극 방향에 대하여 가로로 연장되도록 초음파 에너지원, 바람직하게는 전압원, 바람직하게는 상기 전압원의 초음파 주파수가 선택되거나 또는 조절된다는 특징과 연관해서 해결된다. 이와 관련된 작용 및 장점들에 대해서는 특히 본 발명의 제 2 양상과 관련된 선행 실시 예들이 참조된다.

[0026] 본 발명은 또한 바람직하게 와이어 재료 혹은 스트립 재료로 이루어진 전기 도체와 예를 들어 전기 회로와 같은 기판의 접촉점 사이에 본딩 결합을 만들기 위한 방법과도 관련이 있으며, 이 방법은 본딩 공구를 이용해서 본딩 할 전기 도체를 접촉점에 압착하는 동안 상기 본딩 공구를 초음파-진동 여기하고 그리고 상기 본딩 공구를 진동 여기하기 위한 초음파 트랜스듀서 및 본딩 공구를 제공하는 단계를 포함한다.

[0027] 상기와 같은 방법을 바람직하게 개선하기 위하여 본 발명은 본딩 공구를 진동 여기하기 위해서 상기 본딩 공구의 공구 수용부 안으로 발진 토크를 도입하는 방식을 제안하며, 이 경우 상기 토크의 기하학적인 회전축은 공구 세로축에 대하여 가로로 진행한다. 대안적으로는 본 발명에 따른 상기 방법을 바람직하게 개선하기 위하여 본딩 공구를 진동 여기하기 위해서 상기 본딩 공구의 공구 수용부 안으로 발진 토크 및 병진 방식의 발진 여기를 도입할 수 있는 가능성이 존재한다. 본딩 공구를 본딩 장치에 또는 본딩 헤드에 고정하기 위하여 공구 수용부는 바람직하게 본딩 공구의 상단부에 결합된다. 이와 같은 결합에 의해서 가능한 작용 및 장점들에 대해서는 특히 본 발명의 제 3 양상과 관련된 전술한 실시 예들이 참조된다. 상기 방법은 바람직하게 상기 발진 토크가 본딩 공구의 진동 노드의 장소에서 본딩 공구 안으로 도입되도록 구현될 수 있다.

[0028] 전술한 실시 예들에서 이미 드러나는 사실은, 상기 진동 여자기(들)에 에너지를 공급하기 위하여 바람직하지만 필수 조건이 아닌 전압원을 선택할 수 있다는 것이다. 오히려 초음파 진동을 형성하기 위한 에너지원으로서(즉, 초음파 에너지원으로서) 전압원 대신에 예를 들어 하나 또는 다수의 전류원 또는 다른 종류의 에너지원(예컨대 자기 에너지원)이 이용될 수도 있다. 본 발명의 다양한 양상의 틀 안에서 볼 때 '진동 여자기'라는 용어는 일반적으로 적어도 하나의 진동 여기 소자가 설치된, 다시 말하자면 적어도 하나의 작동기를 구비한 캐리어를 의미하며, 이 경우 상기 작동기는 일반적으로 압전 작동 방식(피에조 소자로 구현된 실시 예에서) 또는 자기 변형 작동 방식을 가질 수 있다.

[0029] 전술된 본 발명에 따른 방법들은 바람직하게 전술된 그리고/또는 후술될 소수의 또는 다수의 특징을 갖는 초음파-트랜스듀서 또는 본딩 장치를 사용해서 실시될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 본 발명은 본 발명의 바람직한 실시 예들을 보여주는 첨부 도면들을 참조하여 이하에서 상세하게 설명된다.

도 1은 한 바람직한 실시 예에 따른 본 발명에 따른 본딩 장치의 본딩 헤드를 도시한 측면도이고,

도 2는 도 1의 장치에 포함된 초음파-트랜스듀서를 도 1에 비해 확대 도시한 사시도이며,

도 3은 도 2에 따른 관찰 방향 III으로부터 초음파-트랜스듀서를 바라보고 도시한 측면도이고,

도 4는 도 3에 따른 절단선 IV-IV를 따라서 초음파-트랜스듀서를 확대 도시한 단면도이며,

도 5는 도 2에 도시된 초음파-트랜스듀서의 트랜스듀서 바디를 도시한 사시도이고,

도 6은 도 5에 따른 관찰 방향 VI으로부터 트랜스듀서 바디를 하단부에서 국부적으로 절단하여 도시한 측면도이며,

도 7은 도 3과 대등한 측면도로서, 본 도면에는 상이한 정도로 변형된 피에조 소자의 영역들이 예로서 개략적으로 도시되어 있고,

도 8은 본딩 헤드를 고정시키기 위한 초음파-트랜스듀서의 한 바람직한 고정 상태를 도시한 도 1의 대안적인 실

시 예이며,

도 9는 추가의 한 바람직한 실시 예에 따른 본딩 공구가 삽입된 본 발명에 따른 초음파 트랜스듀서의 사시도이고,

도 10a는 도 9의 절단 평면 Xa를 따라 도 9에 비해 약간 축소시켜서 도시된 단면도이며,

도 10b는 도 10a에 따른 단면도로서, 본 도면에서는 순간적으로 발생하는 진동 형태가 파선 모양의 파동선을 이용해서 개략적으로 도시되어 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031]

우선 본딩 결합을 만들기 위한 본 발명에 따른 본딩 장치 그리고 본 발명에 따른 방법의 한 바람직한 실시 예가 도 1 내지 도 6을 참조해서 기술되며, 이 경우 도 1은 본딩 장치(1)를 단지 이 본딩 장치의 본딩 헤드(2)의 영역에서만 보여주고, 도 2 내지 도 6은 본딩 헤드(2)의 소자들을 확대 도시하여 재현하고 있다. 본딩 헤드(2)는 본딩 장치(1)에 상세하게 도시되지 않은 방식으로, 수직으로 뻗는 회전축(D)을 중심으로 회전 가능하게 고정된 훨(3)의 하부면에 고정되어 있다. 회전을 야기하기 위하여 본 실시 예에서는 커트 아웃 방식으로 도시되어 있고 훨(3)의 외부 톱니 기어에 결합하는 톱니 벨트(4)가 도면에 함께 도시되어 있지 않은 그리고 상기 톱니 벨트가 감긴 상태에서 구동되는 훨에 의해서 회전각에 따라 원하는 구간만큼 이동될 수 있다. 전체 본딩 헤드(2)를 회전축(D)에 대하여 수직인 평면의 다양한 방향으로 측면 이동시키기 위하여 추가로 구동 장치가 제공될 수 있다. 본딩 헤드(2)는 중간 공구 세로축(W)을 따라 연장되는 길게 늘어진 본딩 공구(5)를 포함한다. 상기 본딩 공구는 자체 세로 상단부에서 이 본딩 공구의 샤프트가 상용하는 직경을 갖는 수직 보어(7)(도 6 참조) 안으로 삽입되고, 상기 수직 보어 안에서 클램핑 스크루(8)에 의해 단단히 고정된다. 본딩 공구(5)의 세로 하단부에는 공구 피크(9)가 형성되어 있으며, 상기 공구 피크의 하부 정면에 의해서는 공지된 방식으로 예를 들어 와이어 재료 혹은 스트립 재료로 이루어진 본딩될 전기 도체가 본딩 결합을 위해 제공된 기판의 접촉점, 바람직하게는 회로 콘택의 접촉점을 통하여 압착될 수 있다. 본딩 장소로 와이어 형태의 혹은 스트립 형태의 도체를 가이드 하기 위하여 본딩 장치는 와이어 가이드 장치(10)를 구비하며, 상기 와이어 가이드 장치의 하단부에는 측면이 개방된 가이드 홈(11)이 존재한다. 본딩 공정 동안 특정 시점에 전기 도체를 고정시키고 이 전기 도체에 인장 작용을 가할 수 있기 위하여, 본딩 장치는 도 1의 관찰 방향에서 볼 때 상호 중첩되는 두 개의 클램핑 레그(13)를 구비한 클램핑 장치(12)를 포함하며, 이 경우 상기 클램핑 레그의 자유 단부는 와이어 가이드 장치(10)의 하단부와 공구 피크(9) 사이에 존재한다. 본 명세서에서는 상기 와이어 가이드 장치 및 클램핑 장치의 공지된 기능에 대해서 상세하게 기술할 필요가 없다. 두 개의 소자는 위치 조절될 수 있고, 적합한 수단에 의해서 훨(3) 또는 이 훨에 고정된 단단한 고정 암(14)을 기준으로 각각 원하는 위치에 고정될 수 있다. 공구 수용부(6)는 도 5 및 도 6에 개별적으로 도시된 트랜스듀서 바디(15)의 하단부에 일체형으로 형성되어 있다. 전체적으로 디스크 모양을 갖고 도전성 재료(예컨대 강철)로 제조된 트랜스듀서 바디(15)는 또한 각각 직사각형의 가장자리를 갖는 두 개의 피에조 소자 캐리어(16)를 포함하며, 상기 피에조 소자 캐리어의 주 연장 방향(17)은 기하학적인 회전축(D)에 대하여 그리고 상기 회전축과 일치하는 또는 상기 회전축으로부터 단지 약간만 이격된 공구축(W)에 대하여 평행하게 진행한다. 대략 중앙 하부 에지의 영역에서는 각각의 피에조 소자 캐리어로부터 연결 웨브(18)가 뻗어나오며, 상기 연결 웨브의 하단부에 의해서는 두 개의 피에조 소자 캐리어(16)가 상호 측면으로 이격된 상태로(다시 말해 회전 방향(D)에 대하여 가로로 상호 이격된 상태로) 공구 수용부(6)의 상부면에 결합된다. 또한, 트랜스듀서 바디(15)는 피에조 소자 캐리어(16)를 본딩 헤드(2)에 고정시키기 위한 고정 포크(19)를 포함한다. 이와 같은 고정 목적을 위하여 고정 포크(19)의 고정 암(20)의 세로 하단부(21)가 (주 연장 방향(17)으로의 연장 길이 또는 치수를 기준으로) 피에조 소자 캐리어(16)의 세로 중앙 영역에 있는 각각 하나의 피에조 소자 캐리어(16)에 일체형으로 연결된다. 동일한 높이에는 주 연장 방향(17)으로 평행하게 연장되는 피에조 소자 캐리어(16)가 재료 브리지(22)에 의해 연결되어 있다. 그 외의 상황에서는 두 개의 피에조 소자 캐리어(16)가 도시된 바대로 가늘고 긴 슬롯(23, 24)에 의해 상호 이격되어 있고, 가늘고 긴 슬롯(25, 26)에 의해서는 고정 포크(19)로부터 이격되어 있다. 고정 포크(19)는 자체 상부 영역에 관통 보어(27)를 구비하고, 이 관통 보어에 의해서는 트랜스듀서 몸체(15)가 나사(28)에 의해 플레이트(29)에 단단히 조립된다. 플레이트(29)는 나사(30)에 의해서 프레임 섹션(31)에 일체로 나사 결합되어 있으며, 상기 프레임 섹션은 고정 암(20)과 마찬가지로 훨(3)의 하부면에 고정된 조립 프레임(32)의 구성 부품이다. 도 1에는 상기 프레임이 다른 부품들에 의해 덮여진 상태에서 파선으로 도시되어 있다. 이와 같은 상황에서 조립 프레임(32)은 프레임 횡단면으로 볼 때 감소된 네 개의 섹션(33)을 포함하며, 상기 네 개의 섹션은 비교적 낮은 강성을 갖고, 자체 탄력성 때문에 고정 몸체 링크로서 이용된다. 도 1의 관찰 방향으로부터 볼 때 상기 조립 프레임(32)의 좌측 에지는 고정

암(20)과 마찬가지로 훨(3)에 단단히 고정되어 있는 한편, 관찰 방향으로부터 볼 때 우측에 놓인 프레임 섹션(31)은 예를 들어 본딩 공구(5)를 위로부터 아래로 본딩 장소를 향해 압착하기 위하여 고정 몸체 링크로 인해서 도면에 도시되어 있지 않은 작동기에 의해 프레임 섹션(34)에 가해질 수 있는 파워(F)를 이용하여 상대적으로 소정의 거리만큼 아래로 선회될 수 있다. 파워(F)가 상쇄되면, 프레임 섹션(31)은 탄성적으로 자신의 정지 위치로 되돌아간다.

[0032] 도 2 내지 도 4는 트랜스듀서 몸체(15)를 도 1의 본딩 헤드에 존재하는 초음파-트랜스듀서(35)의 구성 부품으로서 보여주고 있으며, 상기 초음파-트랜스듀서(35)의 공구 수용부(6) 안에는 재차 본딩 공구(5)가 삽입되어 있다. 예를 들어 도 1 및 도 3으로부터 알 수 있는 사실은, 초음파-트랜스듀서(35)의 주 연장 방향(36)이 본딩 헤드의 기하학적인 회전축(D)에 대하여 평행하게 진행한다는 것이며, 상기 회전축은 본딩 공구의 공구 세로축(W)과 일치하거나 또는 상기 공구 세로축으로부터 단지 약간의 간격만을 두고서 뻗을 수 있다. 상기 예에서 선택된 초음파-트랜스듀서(35)의 실제로 측면 대칭의 구조로 인해 상기 초음파-트랜스듀서의 세로 대칭선(S)도 단지 약간의 측면 오프셋(도 3의 ΔX 참조)을 제외하고는 상기 기하학적인 축(D 및 W)과 일치한다. 도 2 내지 도 4에 확대 도시된 초음파-트랜스듀서(35)는 서로 평행하게 방향 설정된 두 개의 이웃하는 진동 여자기(37)를 포함한다. 각각의 진동 여자기(37)는 두 개 피에조 소자 캐리어(16) 중에 하나의 피에조 소자 캐리어 그리고 주연장 평면(도 3 참조)으로 직사각형의 가장자리를 갖는 디스크 모양의 각각 두 개의 피에조 소자(38)를 포함하며, 그 중에서 하나의 진동 여자기에 속하는 두 개의 개별 피에조 소자는 관련 피에조 소자 캐리어(16)의 서로 떨어져서 마주하는 그리고 서로 평행한 두 개의 표면(39, 40)에서 전체 접촉면에 걸쳐 평탄하게 접착되어 있다. 도 2 및 도 3은 상기 접촉 평면에서는 (다시 말해 도 3의 투영면에 대하여 평행한 접촉 평면에서는) 피에조 소자 캐리어(16)의 가장자리 또는 형태가 상기 피에조 소자 캐리어 상에 접착된 피에조 소자(38)의 가장자리 또는 형태와 동일하다는 것을 보여주며, 이 경우에는 피팅에 정확하거나 동일 평면에서 이루어지는 접착이 존재한다. 그 결과 피에조 소자(38)의 주 연장 방향(41)도 본딩 헤드(2)의 기하학적인 회전축(D)에 대하여 평행하게 진행하게 된다. 피에조 소자(38)가 선택된 경우에는 디스크 모양의 형태가 언급될 수 있는데, 그 이유는 도 3의 투영면에 대하여 평행하게 놓인 주 연장 평면에서의 상기 피에조 소자의 치수가 도 4의 투영면에 대하여 수직으로 그리고 평행하게 진행하는 평면에서의 두께보다 더 크기 때문이다. 도 4에는 또한 도면 부호(P)로 표기된 화살표에 의해서 네 개 피에조 소자(38)의 분극 방향이 지시되어 있다. 도면을 통해 알 수 있는 바와 같이 각각의 피에조 소자(38)의 분극 방향(P)은 상기 피에조 소자의 디스크 평면에 대하여 수직으로 연장된다. 동일한 진동 여자기에 속하는 각각 한 쌍의 피에조 소자(38)의 경우에는 분극 방향들이 서로 반대 방향으로 정렬된 상태로 진행한다는 내용도 도시되어 있다. 더 상세하게 말하자면 도 4에 도시된 실시 예에서는 관찰 방향으로부터 볼 때 좌측 진동 여자기(37)의 피에조 소자(38)의 분극 방향(P)이 접촉 표면(39, 40)으로부터 수직으로 멀어지는 방향으로, 다시 말해 외부로 향한다. 그와 달리 관찰 방향으로부터 볼 때 우측에 놓인 진동 여자기(37)의 피에조 소자(38)의 분극 방향(P)은 각각 수직으로 관련 접촉면(39, 40) 쪽으로, 다시 말해 내부로 향한다. 초음파-트랜스듀서(35)로부터 시작되어 서로 병렬 접속된 두 개의 전기 도체(43)가 자체 단부에서 납땜 장소(44)에 의해 동일한 (도 4의 우측에 놓인) 피에조 소자 캐리어(16)의 서로 마주 놓인 두 개의 피에조 소자(38)에 고정됨으로써, 초음파-트랜스듀서(35)는 도시된 실시 예에서 전압원(42)에 연결되어 있다. 도 4에서 사용된 심볼은 교류 전압원이 전압원(42)으로서 사용된다는 사실을 표시해준다. 대안적으로는 상이한 초음파 에너지원(다시 말해 초음파를 형성하기 위한 에너지원), 예를 들어 교류 전류원이 사용될 수도 있다. 추가의 전기 도체(45) 및 상기 도체의 납땜 장소(44)에 의해서는 동일한 평면 안에서 이웃하는 피에조 소자 캐리어 상에 접착된 피에조 소자(38) 쌍이 도전 접속된다. 또한, 본 실시 예에서는 피에조 소자(38)와 피에조 소자 캐리어(16) 간에 이루어지는 각각의 접착 결합도 도전성 결합으로 구현되지만, 그 대신에 비도전성 접착 결합도 가능하다. 피에조 소자 캐리어(16)는 도면 부호(46)으로 표기된 바와 같이 개별적으로 (또는 공동으로) 접지되어 있다. 이와 같은 방식에 의해서는 전압원(42)이 접속된 경우 네 개의 피에조 소자(38)에는 상기 피에조 소자의 디스크 평면에 대하여 수직으로 각각 양 및 위상 위치와 관련해서 동일한 교류 전압이 인가된다.

[0033] 도 3은 전압원(42)이 스위치-오프 된 상태에서 초음파-트랜스듀서(35) 및 상기 초음파-트랜스듀서(35) 안에 장착된 본딩 공구(5)를 보여주는 한편, 도 7은 특정 시점에 전압원이 스위치-온 된 상태에서, 다시 말해 계산을 위해 예로서 선택된 주파수 및 진폭을 갖는 전기 교류 전압이 인가될 때에 피에조 전기 효과로 인해 발생하는 진동 여자기(37)의 변형, 공구 수용부(6)의 변형 그리고 본딩 공구(5)의 변형을 비교적 개략적으로 예로서 재현하고 있다. 고정 포크(19)의 영역에서도 발생하는 적은 변형들은 도면을 간략하게 할 목적으로 함께 도시하지 않았다. 소위 메인 모드의 전체 변형이 도시되어 있으며, 이 경우 피에조 소자(38)의 표면은 계산의 목적으로 가장자리에 격자 표시된 월드(47)로 세분되었다. 다이어그램 형태의 도시로부터 알 수 있는 사실은, 두 개 고정 암(20)의 종단부(21)를 연결하는 대략 중간의 벨트를 따라서 나타나는 상대적인 위치 편차는 최소이고, 피에

조 소자의 두 개의 종단부에서 나타나는 상대적인 위치 편차는 최대라는 것이다. 도 3과 비교할 때 명확하게 알 수 있는 사실은, 관찰 방향으로부터 볼 때 좌측에 있고 피에조 소자 캐리어, 즉 관찰 방향으로부터 볼 때 좌측에 있는 진동 여자기(37)가 그 사이에 제공된 피에조 소자(18)는 인가되는 교류 전압에 의하여 관찰된 시점에서 무전압 정지 상태(도 3 참조)에 비해 해당 주 연장 방향(17 또는 41)으로 연장 또는 길이 단축을 경험하는 한편, 두 개의 피에조 소자(38) 및 피에조 소자 캐리어(16)를 포함하고 우측에 이웃하는 진동 여자기(37)는 상기 시점에 상기 방향으로 길이 증가를 경험한다. 각각의 시점에 모든 피에조 소자에 동일한 전기 전압이 인가됨에도 불구하고 두 개의 쌍은 전술된 상이한 분극 방향으로 인해 절반 위상 길이만큼 상호 변위된 발진 변형 진동을 실행한다. 다양한 해칭에 할당된 숫자 값들은 도 3의 무전압 상태에 대한 상기 영역들의 각각의 상대적인 위치 편차를 비교 값으로서 지시해준다. 두 개의 평행한 진동 여자기(37)의 반대 방향 길이 변경으로 인해 공구 수용부(6)가 도 3의 무전압 정지 상태로부터 출발하여 상기 공구 수용부의 좌측 종단부에서는 상승하고 우측 종단부에서는 하강함으로써, 결과적으로 화살표(48)의 방향으로 회전점(P_M) 만큼 비틀림 동작이 나타나게 된다. 상기 회전점(P_M)은 공구 수용부 안에 고정된 상기 본딩 공구(5)의 세로 상단부에 있으며, 이 경우 상기 비틀림 동작의 기하학적인 회전축은 상기 회전점(P_M)에 의해 도 7의 투영면에 대하여 수직으로 연장되고, 그로 인해 본딩 공구(5)의 길이 과형에 대해서도 수직으로 연장된다. 네 개의 모든 피에조 소자(38)에 동일한 전압이 인가됨에도 불구하고, 두 개의 진동 여자기(37)에서는 상호 반대 방향의 원하는 길이 변경이 이루어지는데, 그 이유는 피에조 소자(38)의 분극 방향(P)이 두 개의 진동 여자기(37) 사이에서는 반대로 방향 설정되어 있기 때문이다. 초음파 범위 안에 있는 주파수를 갖는 교류 전압의 양 및 극성 신호가 - 다시 말해 순시 값이 - 지속적으로 변경되기 때문에, 이와 같은 변경은 또한 상응하는 주파수로 진행되는 상기 진동 여자기(37)의 길이 변경까지도 야기하게 되며, 이 경우에는 다른 무엇보다도 특정 시점에 두 개의 진동 여자기(37)가 동일한 길이를 갖고, 다른 무엇보다도 또 다른 시점에서는 도 7과 반대의 길이 비율이 나타나게 된다. 이와 같은 상황에 의해 공구 수용부(6)가 회전점(P_M)을 통과하는 회전축만큼 발진 회전 동작으로 여기됨으로써, 결과적으로 상기 회전점(P_M)에서는 본딩 공구(5) 안으로 발진 토크(M)가 도입된다. 이와 같은 방식으로 본딩 공구(5)는 도 7에 도시된 바와 같이 훨 진동으로 여기된다. 도 7에는 또한 도 3에서 얻어진, 다시 말해 무전압 정지 상태와 관련이 있는 공구 세로축(W)도 비교의 목적으로 기재되어 있다. 회전 동작의 중심점(P)은 상기 기준선(W) 상에 놓여 있는데, 다시 말하자면 소위 고유 형태의 진동 노드를 의미한다. 그와 달리 공구 퍼크(9)는 상기 기준선에 대하여 수직으로 명백히 측면으로 편향되는데, 다시 말하자면 소위 진동 루프에 존재한다. 진동 사이클 과형에서 공구 퍼크(9)는 공구 세로축(W)에 대하여 대체로 수직으로 움직인다. 그럼으로써, 본딩될 전기 도체가 (각각 도시되지 않은) 공구 퍼크(9)에 의해 기판에 대하여 압착될 때에는 상기 도체도 기판에 대하여 상대적으로 진동으로 변위되며, 이로 인해 본딩 결합이 생성된다.

[0034] 도 3 및 도 7에 도시된 실시 예에서는 전압원(42)(도 7에는 개관을 명확히 할 목적으로 도시되어 있지 않음)이 발생되는 교류 전압 및 상기 교류 전압의 전압 주파수와 관련해서 전체 진동 시스템에 매칭됨으로써, 결과적으로 교류 전압이 인가될 때에는 피에조 소자(38)의 기하학적인 주 변형 라인(50)에 상응하는 두 개 진동 여자기(37)의 기하학적인 주 변형 라인(49)이 피에조 소자(38)의 분극 방향(P)에 대하여 가로로 연장된다. 상기 기하학적인 주 변형 라인(49, 50)은 의미상 극성 신호와 무관한 주 변형 방향에 상응한다. 도 7에서 투영면에 대하여 수직으로 회전점(P_M)을 통과하는 회전축은 도면 부호 (A)로 표기되어 있고, 상기 회전축(A)을 중심으로 본딩 공구(5) 안으로 도입되는 토크는 도면 부호 (M)으로 표기되어 있다.

[0035] 도 8은 전술된 초음파-트랜스듀서(35)를 도 1과 다르게 형성된 조립 프레임(32)과 관련하여 주로 절단된 측면도의 형태로 보여주고 있다. 상기 초음파-트랜스듀서(35)는 단지 암시적으로만 도시되어 있는 결합 부재(51)에 의해서 바람직하게 도 1에 도시된 훨(3)에 설치될 수 있는데, 다시 말하자면 도 1에 도시된 본딩 헤드의 경우에 그곳에 도시된 조립 프레임(32) 대신에 사용될 수 있다. 하부 크로스 캐리어(53)의 서로를 향하는 단부(52)에서는 조립 프레임(32)이 각각 하나의 피에조 소자 캐리어(16)에 결합된다. 이와 같은 연결은 임의의 방식으로 통합적으로 혹은 일체형으로 또는 다수의 부분으로 (예를 들어 접착, 나사 결합 등에 의해서) 이루어질 수 있다. 연결이 도면 부호 (52)로 표기된 장소에서 일체형으로 구현된 바람직한 경우에는 트랜스듀서 바디(15) 및 프레임(32)으로 이루어진 조합으로서 단 하나의 부품이 사용된다. 도 8의 도시로부터 출발하는 경우에 피에조 소자 캐리어(16)의 영역에 있는 해칭은 프레임(32)의 해칭에 상응하게 선택될 수 있다. 부식이 진동 여자기(37)의 중간 길이 영역에서 각각 재료 브리지(22)의 높이로 이루어짐으로써, 별도의 고정 포크(도 1 참조)도 생략될 수 있다. 하부 크로스 웨브(53)에는 각각 초음파-트랜스듀서(35) 및 수직 캐리어(54)에 인접하고 프레임 횡단면이 축소된 섹션(33)이 쌍으로 제공되어 있으며, 상기 섹션은 고정 몸체 링크로서의 작용을 한다. 이와

같은 방식에 의해서는 특히 심지어 일체형의 트랜스듀서-평행사변형이 형성되며, 상기 일체형의 트랜스듀서-평행사변형은 아래로 향하는 압착력(F)에 의해서 본딩 공구(5)의 소정의 탄성적인 하강을 가능하게 한다. 상기 압착력(F)은 예를 들어 도 8에 도시된 바와 같이 재료 브리지(22)에 작용할 수 있거나 또는 트랜스듀서의 다른 장소에 작용할 수 있다.

[0036]

도 9 및 도 10a, 도 10b에는 전술된 도면들과 상이한 본 발명의 추가의 한 바람직한 실시 예에 따른 초음파 트랜스듀서(35)가 도시되어 있다. 이 경우에는 개관을 명확히 하기 위하여 상응하는 특징들과 관련하여 앞에서와 동일한 도면 부호들이 사용되고 있다. 도 9 및 도 10에서는 초음파 트랜스듀서(35) 안에 본딩 공구(5)가 삽입되어 클램핑 스크루(8)에 의해서 그곳에 (도 10a, 도 10b 참조) 고정되어 있다. 초음파 트랜스듀서(35)는 트랜스듀서 바디(15)를 포함하고, 상기 트랜스듀서 바디는 본딩 공구(5)를 수용하기 위한 보어(7) 및 클램핑 스크루(8)를 조이기 위한 나사선 보어 이외에 벌크 재료로 이루어진 직사각형 직육면체로서 구성되어 있다. 도시된 실시 예에서 초음파 트랜스듀서(35)는 총 네 개의 진동 여기 소자(55)를 구비하며, 진동 여기 소자로서는 각각 플레이트 모양의 피에조 소자(38)가 사용된다. 네 개의 피에조 소자(38) 중에 공구 세로축의 방향과 관련하여 연속으로 배치된 두 개의 피에조 소자는 트랜스듀서 바디(15)의 한 측면에 또는 동일한 표면(39)에 평탄하게 접착되어 있으며, 이 경우 본딩 공구(5) 쪽으로 향하는 피에조 소자(38)는 클램핑 스크루(8)를 위한 개구를 갖는다. 상기 표면(39)에 대하여 평행하게 뻗는 마주 놓인 표면(40)에는 투영에 따라 전술된 두 개의 피에조 소자와 일직선으로 두 개의 추가 피에조 소자(38)가 접착되어 있다. 따라서, 트랜스듀서 바디(15)는 도 9 및 도 10의 실시 예에서는 단 하나의 피에조 소자 캐리어(16)를 포함한다. 도 10b는 본딩 공구(5)가 일체로 장착되어 있는 초음파 트랜스듀서(35)가 진동 모드를 갖고, 클램핑이 이루어지는 본딩 공구(5)의 조립점(56)에서 상기 진동 모드의 진동 형태는 가상의 혹은 기하학적인 회전축(A)을 중심으로 이루어지는 회전 방식의 발진 동작을 야기하며, 상기 회전축(A)은 진동 노드에 의하여 상기 조립점(56)의 높이에서 도 10b의 투영면에 대하여 수직으로 뻗는다는 내용을 개략적으로 보여주고 있다. 이와 같은 내용에 따르면 공구 세로축(W)(즉, 본딩 공구의 길이 방향) 및 전술된 회전축(A)에 의해서 설정된 가상의 혹은 기하학적인 기준 평면(E)도 도 10b에서는 그곳의 투영면에 대하여 수직으로 연장된다. 네 개의 모든 진동 여기 소자(55)(즉, 모든 피에조 소자(38))가 기준 평면(E)으로부터 측면으로 또는 피에조 소자(38)의 연장 평면에 대하여 수직인 방향으로 이격된 상태로 배치되어 있음을 명백하다. 상기 네 개의 피에조 소자(38)에 대하여 도 10a는 각각의 분극 방향(P)을 보여준다. 관찰 방향으로부터 볼 때 좌측에서는 상부 피에조 소자(38)가 표면(39)으로부터 멀어지는 분극 방향(P)을 갖는 한편, 하부 피에조 소자(38)는 표면(39) 쪽으로 향하는 분극 방향(P)을 갖는다. 마주 놓인 측에서는 상부 피에조 소자가 표면(40) 쪽으로 향하는 분극 방향(P)을 갖고, 하부 피에조 소자(38)는 표면(40)으로부터 멀어지는 분극 방향(P)을 갖는다. 실시 예에서는 진동 여기 소자로서 피에조 소자가 사용되었기 때문에, 피에조 소자 캐리어(16)로서 사용되는 진동 여기 소자 캐리어(57)가 예컨대 접지되어 피에조 소자(38)의 자유 표면에 상호 동일한 위상의 교류 전압이 인가되면, 이와 같은 상황으로 인해 피에조 소자(38)의 평면 안에서 그리고 그와 더불어 심지어는 공구 세로축의 가상의 연장부에 대하여 대체로 평행하게 시간차를 두고 팽창 및 연장이 발생하게 된다. 도 10b에 기재된 화살표들은 트랜스듀서 바디(15) 쪽으로 향하는 분극 방향(P)을 갖는 두 개의 피에조 소자(38)가 상호 위상 동일한 길이 변경(도시된 시점에서는 다름 아닌 팽창)을 경험한다는 사실 그리고 각각 트랜스듀서 바디(15)로부터 멀어지는 분극 방향을 갖는 나머지 두 개의 피에조 소자(38)는 마찬가지로 쌍으로 동일하지만 두 개의 전술된 피에조 소자(38)에 대하여 반대의 길이 변경(다시 말해 도시된 시점에서는 다름 아닌 연장)을 경험한다는 사실을 설명해주고 있다. 따라서, 기준 평면(E)에 대하여 서로 일직선으로 마주 놓인 각각 두 개의 피에조 소자(38)는 상호 반대의 길이 변경을 경험하게 된다. 동일한 표면(39 및 40)에 접착되어 있는 각각 두 개의 피에조 소자(38)도 상호 반대의 길이 변경을 경험한다. 도 9 및 도 10a, 도 10b에는 피에조 소자(38)를 위한 전압 공급 또는 전류 공급이 함께 도시되어 있지 않다. 그러나 전술된 바와 같이 예를 들어 트랜스듀서 바디가 접지될 수 있고 (또는 다른 전위가 트랜스듀서 바디에 인가될 수 있고) 그리고 모든 피에조 소자(38)의 평탄한 자유 표면에는 예를 들어 상호 도전 결합에 의해서도 상호 동일한 위상의 교류 전압이 인가될 수 있다.

[0037]

트랜스듀서 바디(15)로서는 금속 재료로 이루어진 정방형의 베이스 바디가 사용되며, 상기 베이스 바디의 최장 측은 수직으로 서있는데, 다시 말하자면 공구 세로축(W)의 연장 방향으로 연장된다. 피에조 소자(38)의 전술된 반대 방향으로의 길이 변경으로 인해 트랜스듀서 바디(15)는 흡 진동을 실행하게 되며, 이 경우 "흡 방향"으로의 횡단면, 즉 도 10a, 도 10b의 관찰 방향을 기준으로 할 때 측면 방향 또는 수평 방향으로의 횡단면은 가장 적은 팽창을 갖는다. 바람직하게 그리고 도시된 실시 예에서 트랜스듀서 바디는 도 10b에 도시된 바와 같이 제2의 흡-고유 모드로 진동한다. 상기 고유 모드는 두 개의 자유 에지에 세 개의 진동 노드를 가지며, 세 개의 진동 노드 중에서 최하부 노드는 본딩 공구(5)의 조립점(56)의 높이에 존재한다. 본 실시 예에서 최하부 노드

아래에는 본딩 공구(5)의 길이에 걸쳐서 마찬가지로 도면 부호 (58)로 표기된 세 개의 추가 진동 노드가 더 분포되어 있다. 따라서, 본딩 공구(5)도 휠 모드를 실행하게 된다. 본딩 공구(5) 및 트랜스듀서 바디(15)는 이부재들이 (전술된 고유 모드를 위하여) 각각 단독으로 대략 동일한 고유 주파수를 갖도록 기하학적인 치수 및 재료 특성 면에서 상호 매칭되어 있다. 상기 두 개의 부재가 결합되면, 전체 시스템도 상응하는 고유 주파수를 나타낸다. 이 경우에는 (도시된 바와 같이) 본딩 공구(5)의 상부 진동 노드(58) 및 트랜스듀서 바디(15)의 하부 진동 노드(58)가 하나의 공통된 점에 국부적으로 배치되는 것이 바람직하다. 상기 장소 또는 상기 높이에는 클램핑 스크루(8)(본 실시 예에서는 스터드 스크루(stud screw)를 이용한 본딩 공구(5)의 클램핑 상태도 존재한다. 이와 같은 의미에서 본딩 공구(5)는 트랜스듀서 바디(15)의 휠 진동을 균열 없이 재개한다. 본딩 공구(5)를 클램핑 할 수 있기 위하여, 본딩 공구(5)를 위한 팩 홀 모양의 보어(7)는 정확히 트랜스듀서 바디(15)의 휠 평면 중앙에 있지는 않지만, 이 경우 경미한 오프셋은 진동 특성에 대하여 악영향을 거의 미치지 않는다. 그러나 대안적으로는 본딩 공구를 이상적으로 휠 평면 중앙에 배치하는 것도 가능하다. 본 실시 예에서 본딩 공구(5)는 상기 평면에서 휠 평면에 대하여 직각으로 이상적으로 중앙에 배치되어 있다.

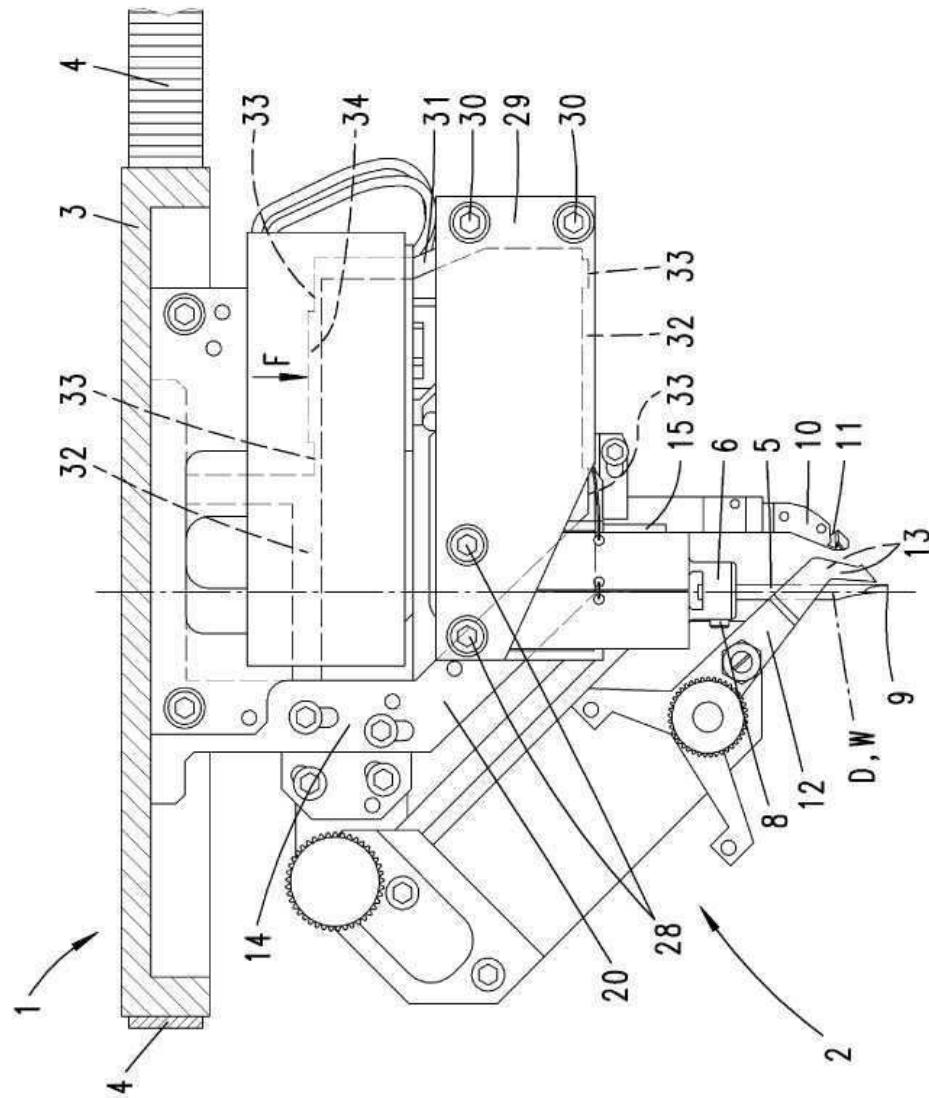
[0038] 본 실시 예(도 9 참조)에서 초음파 트랜스듀서(35)를 본딩 헤드에 배치하는 과정 또는 상기 초음파 트랜스듀서를 본딩 헤드에 조립하는 과정은 두 개의 측면 연결 장치(59)에 의해서 이루어질 수 있으며, 상기 연결 장치는 상기 표면(39, 40)에 대하여 직각으로 진행하는 상기 트랜스듀서 바디(15)의 두 개 측면에 서로 마주 놓이도록 설치되어 있다. 상기 연결 장치는 각각 하나의 연결 보어(60)를 구비하며, 본딩 헤드에 조립하기 위한 도면에 함께 도시되지 않은 고정 나사가 상기 연결 보어 안으로 또는 상기 연결 보어를 통하여 관통될 수 있다. 각각의 연결 장치에서 연결 보어(60) 위에 그리고 아래에는 각각 고정 바디 링크(61)(다시 말해 총 네 개의 고정 바디 링크(61)가 존재함)가 존재하며, 이 경우에는 휠 진동을 해제하기 위하여 더 작은 획단면을 갖는 구역들이 이용된다. 바람직하게 상기 휠 구역들은 트랜스듀서 바디(15)의 정확히 상부 및 중간 진동 노드(58)의 높이에 놓여 있다(도 10b 참조). 이 경우에는 베이스 바디가 전적으로 회전을 실행함으로써, 휠 링크는 이상적으로 작용을 할 수 있게 되고, 이와 같은 방식에 의해 진동 시스템은 자신의 주변으로부터 분리될 수 있다. 대안적으로는, 고정 몸체 링크가 트랜스듀서 바디(15)의 상부 및 하부 진동 노드(58)의 높이에 있거나 또는 트랜스듀서 바디(15)의 중간 및 하부 진동 노드(58)의 높이에 있는 변형 예도 가능하다. 고정 바디 링크(61)의 상부 및 하부에는 트랜스듀서 바디(15)와 연결 장치(59)의 연결 장소도 존재한다. 바람직하게 상기 연결 장치(59)는 트랜스듀서 바디(15)와 일체로 또는 통합적으로 구현되어 있는데, 다시 말하자면 지지부와 베이스 바디가 하나의 부분으로 형성되어 있지만 이와 다른 형상도 생각할 수 있다.

[0039] 도 9 및 도 10에 도시된 실시 예에서도 초음파 진동은 얇은 피에조 플레이트에 의해서 발생된다. 이 경우에도 분극 방향(P)에 대하여 그리고 전기장에 대하여 직각인 진동 방향이 이용된다. 전술된 바와 같이, 베이스 바디의 진동 모드(특별히 제 2 휠 모드)를 이상적으로 여기하기 위하여 총 네 개의 피에조 소자(38)가 사용되며, 이 경우 각각 대각으로 마주 놓인 소자들은 서로 동일한 방식으로 동시에 팽창 또는 연장된다. 예를 들어 표면(39)에 접착된 두 개의 피에조 소자(38)를 생략하거나 또는 표면(40)에 접착된 두 개의 피에조 소자(38)를 생략함으로써 변형이 이루어질 수 있다. 이와 같은 변형에 의해서 생성되는 변형 실시 예에서도 트랜스듀서 바디(15)는 여전히 제 2 휠 모드로 여기된다. 다른 한 가지 변형 예는 예를 들어 도 10a, 도 10b를 참조하여 두 개의 상부 피에조 소자(38)가 생략되거나 또는 두 개의 하부 피에조 소자(38)가 생략됨으로써 가능하다. 이와 같은 배열 상태에서는 트랜스듀서 바디(15)가 제 1 휠 모드로 여기되며, 이 경우에도 매칭이 적합한 경우에는 본딩 공구(5) 안으로 발진 토크가 도입된다. 그와 유사하게 도 9 및 도 10으로부터 출발하면, 트랜스듀서 바디(15)를 더 높은 휠 모드로 여기하기 위하여 공구 길이 방향(W)의 연장부 안에 연속으로 배치되는 하나 또는 다수의 추가 피에조 소자(38)가 각각의 표면(39, 40)에 더 제공되는 실시 예도 가능하다.

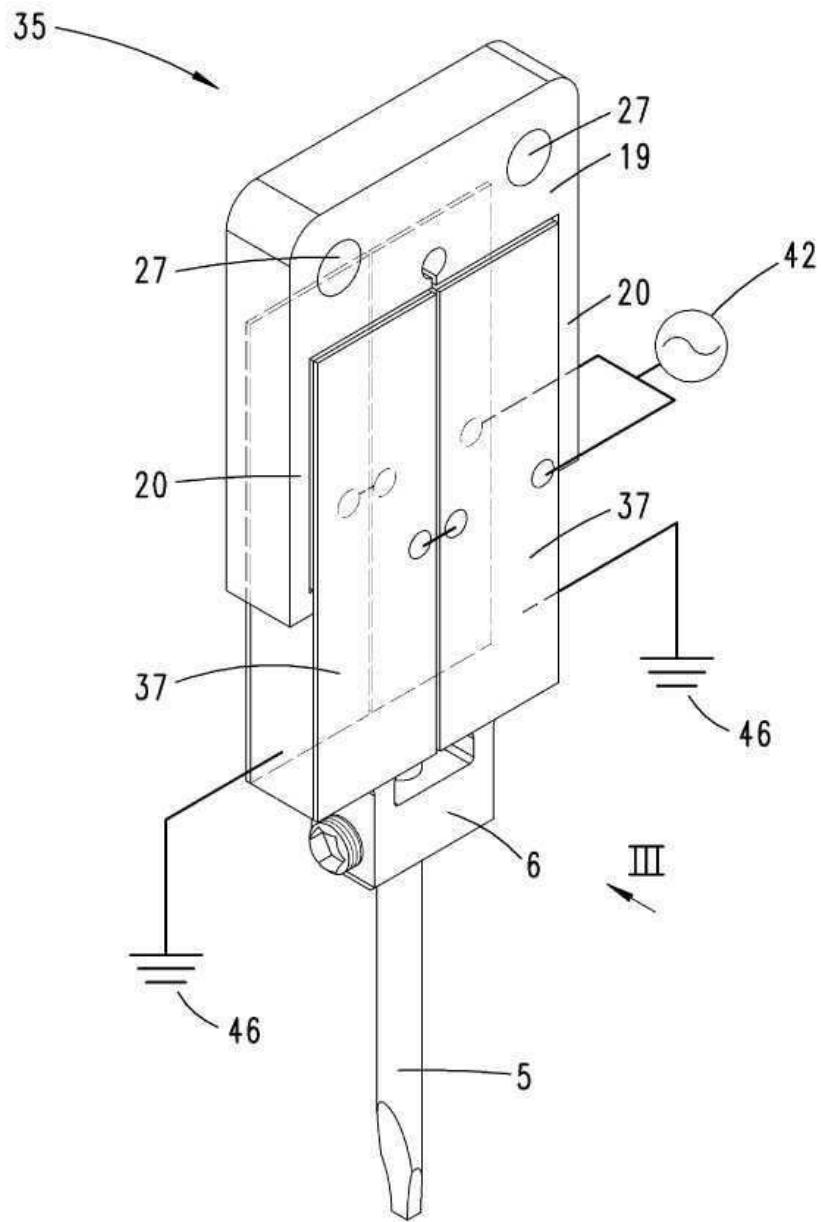
[0040] 공개된 모든 특징들은 (그 자체로) 본 발명에 중요하다. 따라서, 해당/첨부된 우선권 서류들(예비 출원서의 사본)의 특징들을 본 출원서의 청구범위에 함께 수용할 목적으로도, 상기 우선권 서류들의 공개 내용은 본 출원서의 공개 범위에 완전히 포함된다.

도면

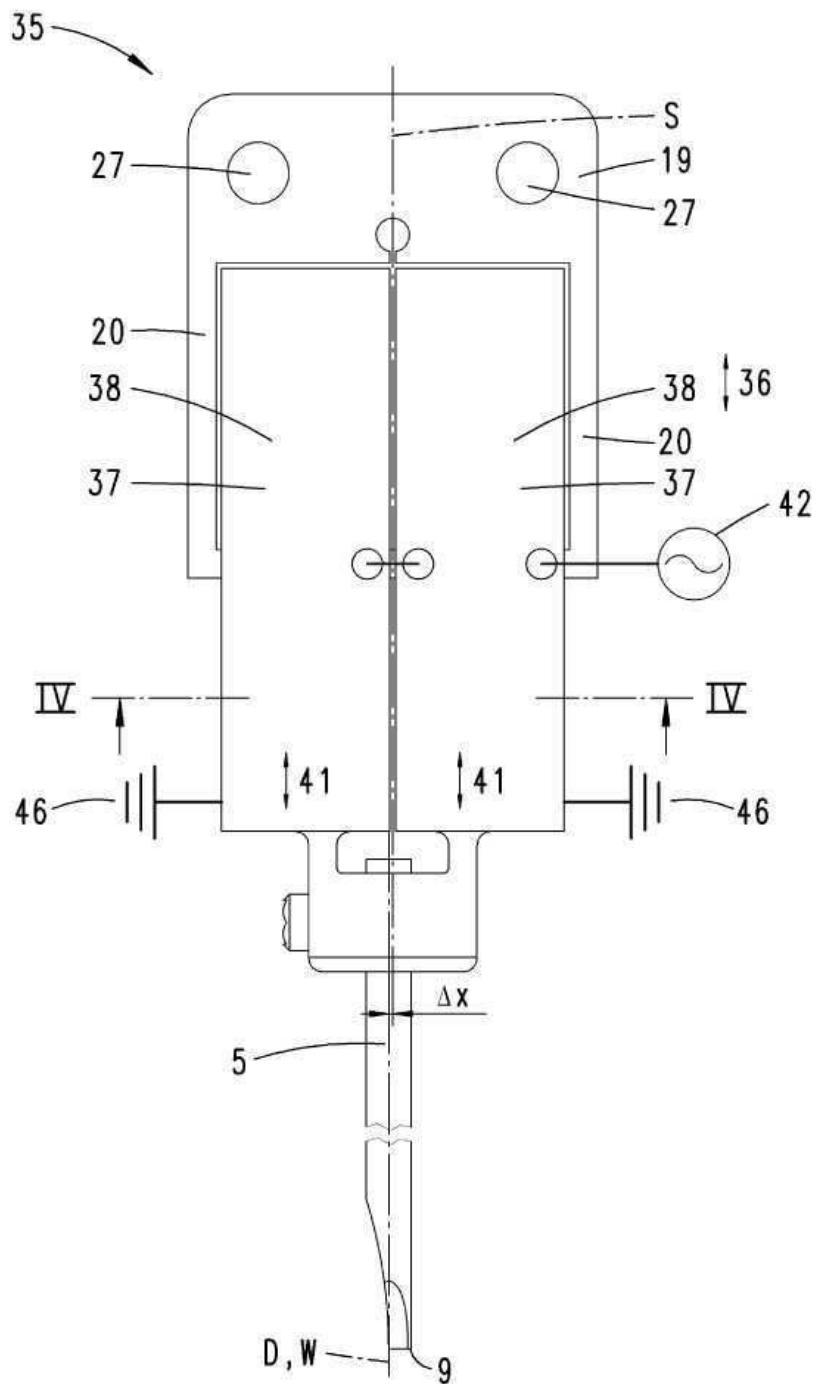
도면1



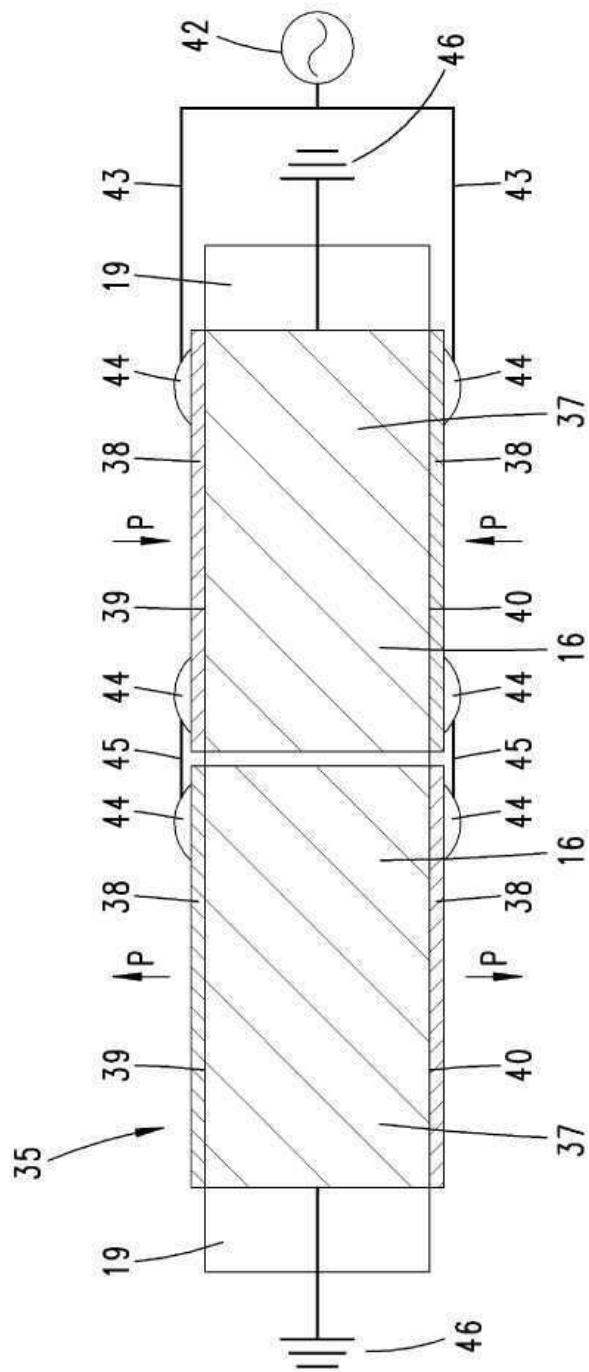
도면2



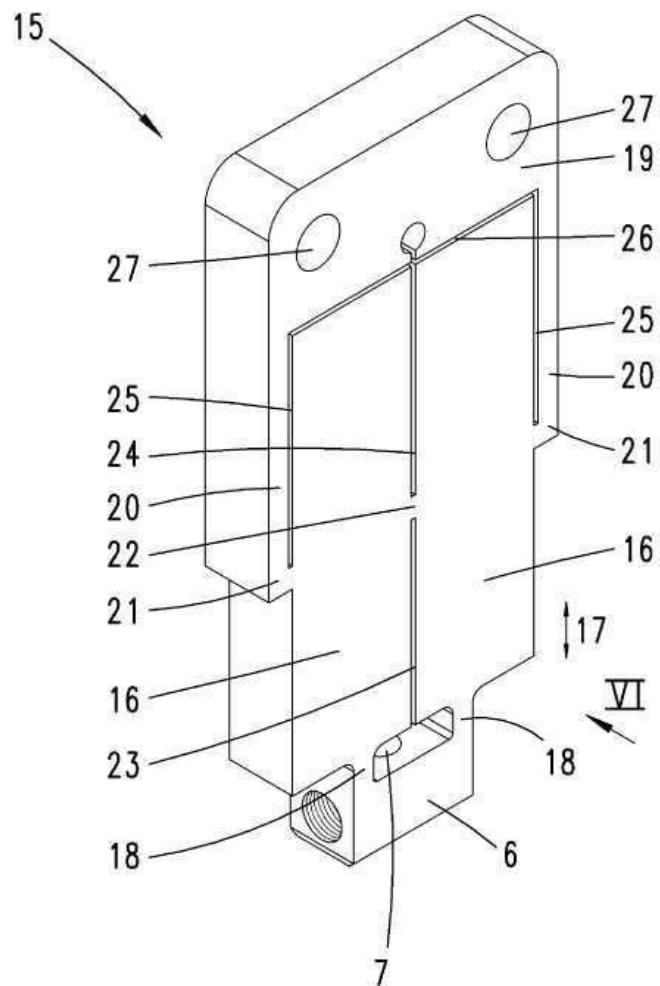
도면3



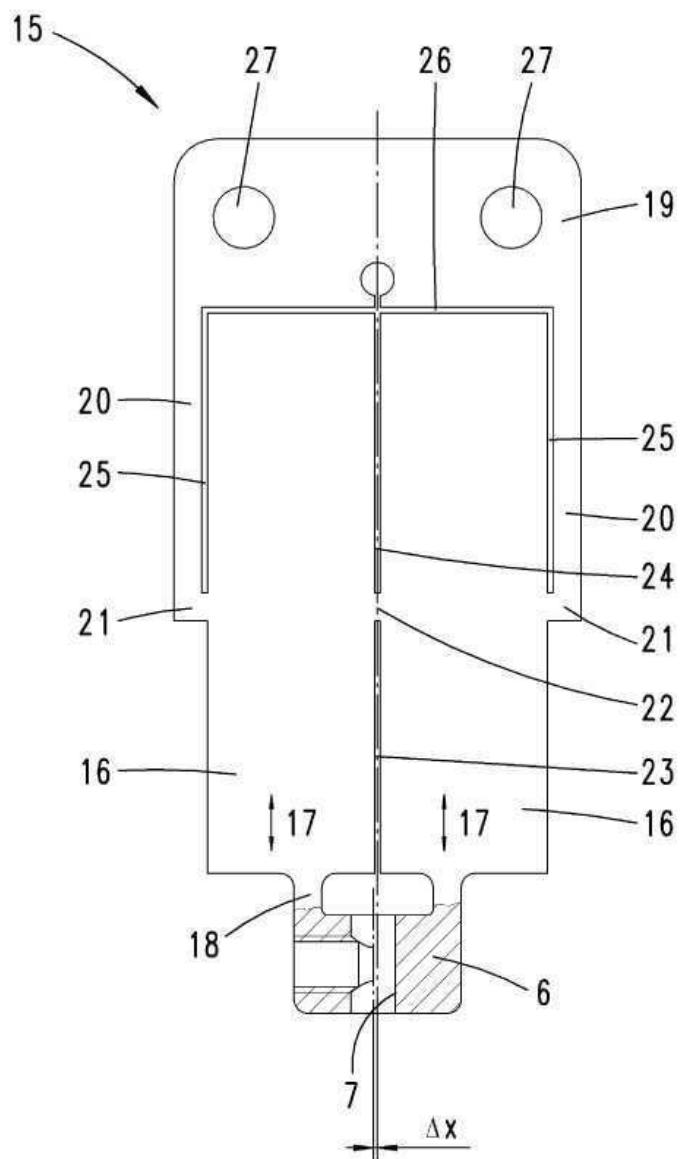
도면4



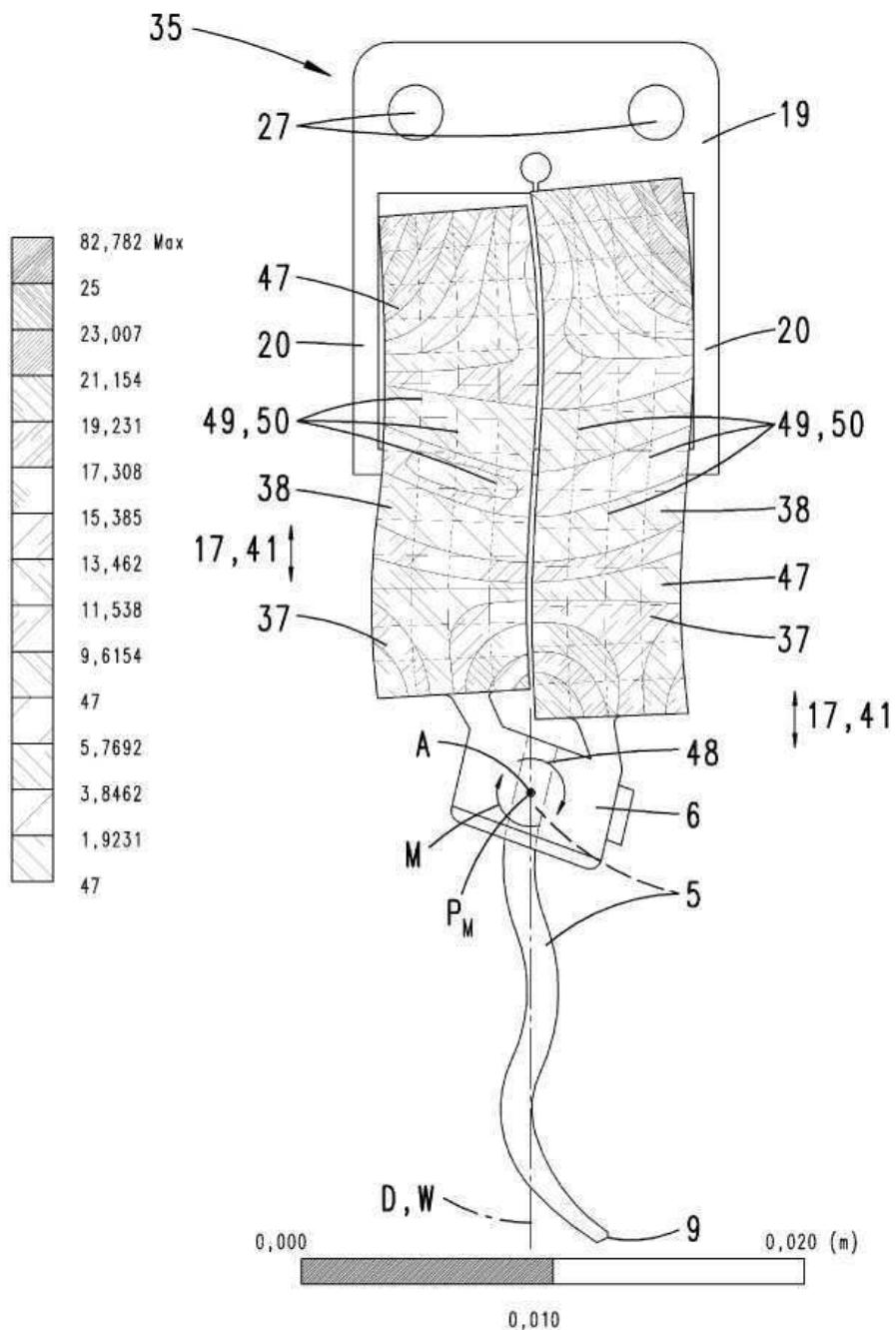
도면5



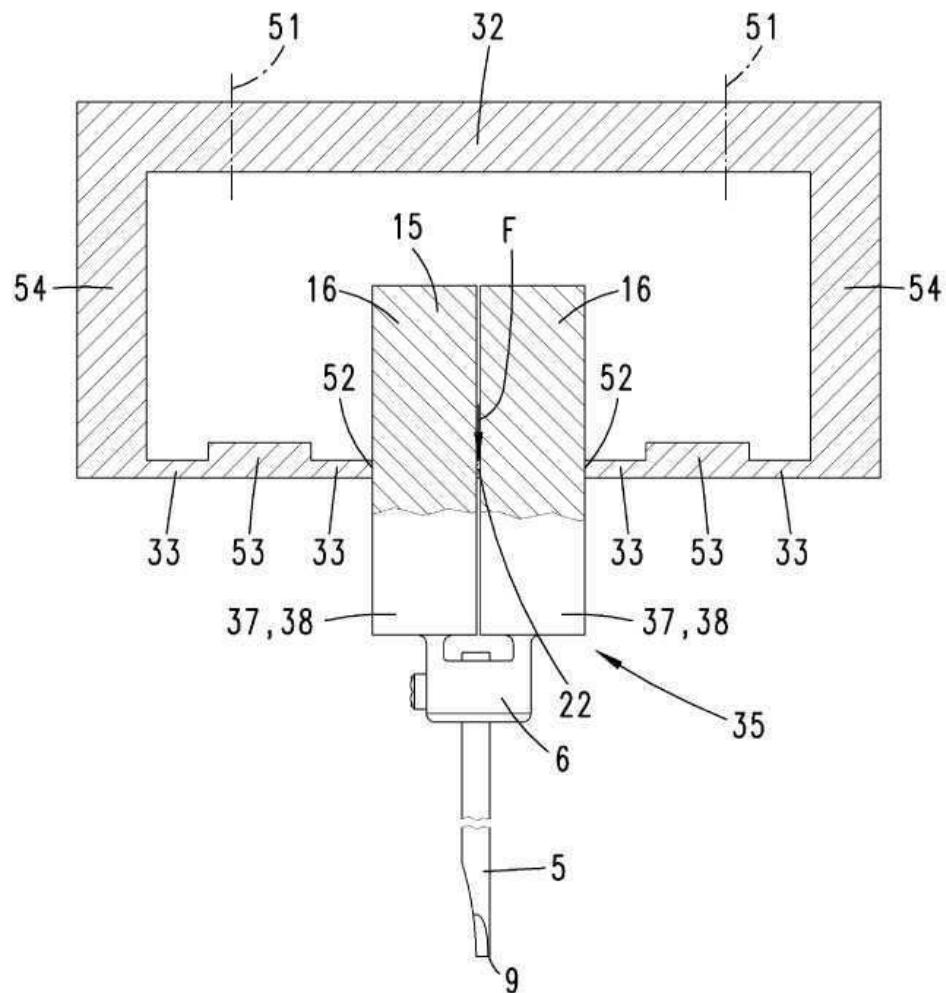
도면6



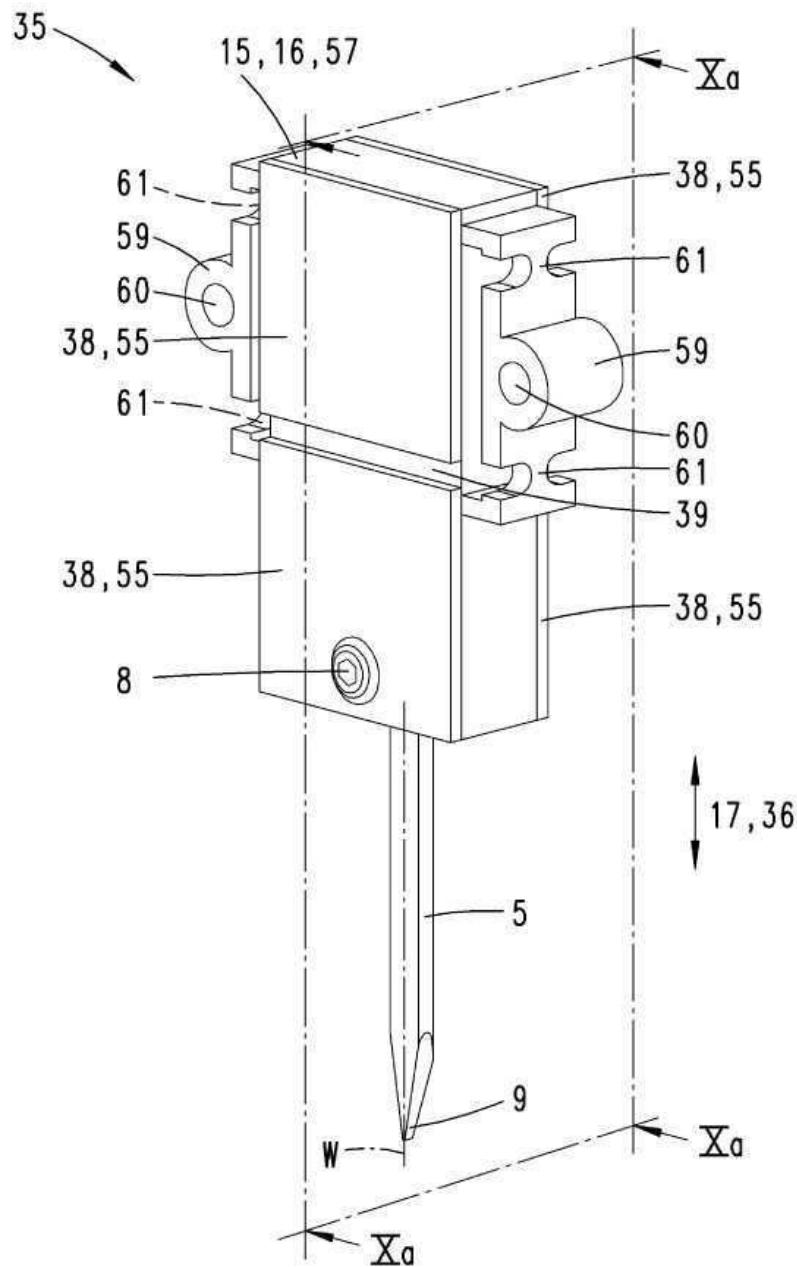
도면7



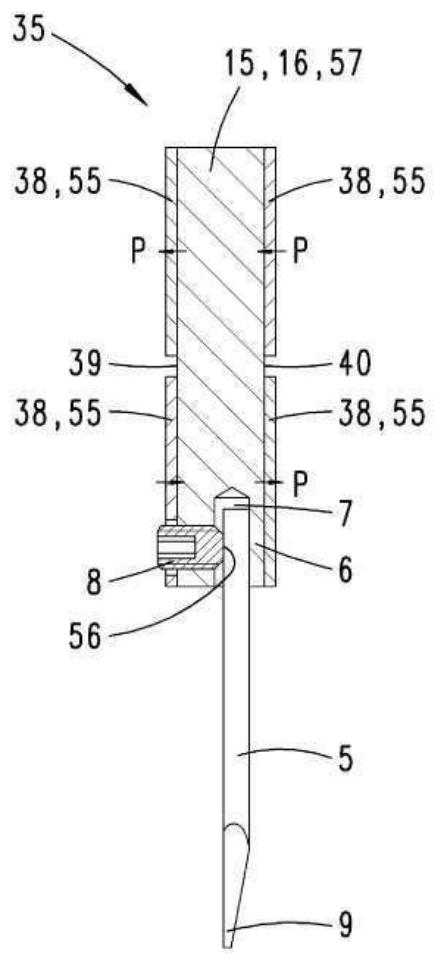
도면8



도면9



도면10

10a**10b**