



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년10월01일
(11) 등록번호 10-1446033
(24) 등록일자 2014년09월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23Q 15/14 (2006.01) B23Q 17/09 (2006.01)
B23Q 1/34 (2006.01) G05B 19/404 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0048218
(22) 출원일자 2013년04월30일
심사청구일자 2013년04월30일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020040075445 A*
KR1020120118543 A*
KR1020030094887 A
KR1020130004613 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
김재열
광주 북구 동문대로86번길 55, 203동 1104호 (두
암동, 현대아파트)
박대광
광주 남구 칠석길 33-1, (칠석동)
곽남수
전남 담양군 창평면 창평로 454-40,
(74) 대리인
특허법인아이엠

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 김응상

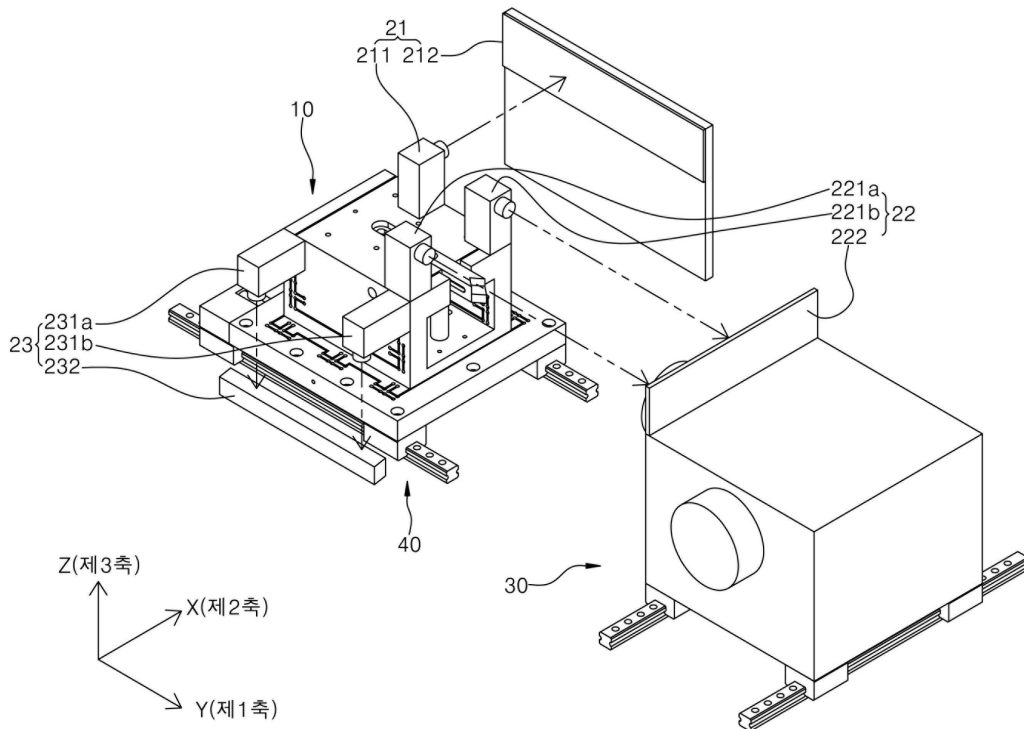
(54) 발명의 명칭 절삭공구 오차 보상 장치

(57) 요약

본 발명은 절삭공구 오차 보상 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 주축계의 운동정밀도를 정밀하게 측정하여 절삭량이 상대적으로 적은 절삭공구와 톨홀더만으로 압전구동기로 미세하게 구동시켜 초정밀 절삭가공 중 발생하는 운동오차를 실시간으로 보상하면서 제어할 수 있는 절삭공구 오차 보상 장치에 관한 것이다.

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



본 발명에 따른 절삭공구 오차 보상 장치는, 가공중 발생된 절삭공구의 운동오차를 측정하는 오차측정부와, 상기 오차측정부에 의해 측정된 오차를 보상하도록 상기 절삭공구를 구동시키는 오차보상 스테이지가 포함된 절삭공구 오차 보상 장치에 있어서, 상기 오차보상 스테이지는, 베이스와, 수평면상에서 제1축 방향으로 변위가 가능하도록 탄성힌지로 상기 베이스에 연결된 제1축 보상체와, 수평면상에서 상기 제1축과 직교하는 제2축 방향으로 변위가 가능하도록 탄성힌지로 상기 제1축 보상체에 연결된 제2축 보상체와, 연직의 상기 제1축 및 제2축과 직교하는 연직의 제3축 방향으로 변위가 가능하도록 탄성힌지로 상기 제2축 보상체에 연결된 제3축 보상체와, 상기 제1축 보상체를 제1축 방향을 따라 일방 또는 양방으로 상기 베이스에 대하여 상대적으로 변위시키기 위한 제1축 보상구동기와, 상기 제2축 보상체를 제2축 방향을 따라 일방 또는 양방으로 상기 제1축 보상체에 대하여 상대적으로 변위시키기 위한 제2축 보상구동기와, 상기 제3축 보상체를 제3축 방향을 따라 일방 또는 양방으로 상기 제2축 보상체에 대하여 상대적으로 변위시키기 위한 제3축 보상구동기가 포함되어 구성되고, 상기 절삭공구는 상기 제3축 보상체에 장착된 것을 특징으로 한다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	100151
부처명	교육과학기술부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	지역혁신인력양성사업
연구과제명	초정밀 나노가공을 위한 UP3 개발
기 여 율	1/1
주관기관	조선대학교산학협력단
연구기간	2010.07.01 ~ 2013.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

가공중 발생된 절삭공구의 운동오차를 측정하는 오차측정부와, 상기 오차측정부에 의해 측정된 오차를 보상하도록 상기 절삭공구를 구동시키는 오차보상 스테이지가 포함된 절삭공구 오차 보상 장치에 있어서,

상기 오차보상 스테이지는, 베이스와, 수평면상에서 제1축 방향으로 변위가 가능하도록 탄성힌지로 상기 베이스에 연결된 제1축 보상체와, 수평면상에서 상기 제1축과 직교하는 제2축 방향으로 변위가 가능하도록 탄성힌지로 상기 제1축 보상체에 연결된 제2축 보상체와, 연직의 상기 제1축 및 제2축과 직교하는 연직의 제3축 방향으로 변위가 가능하도록 탄성힌지로 상기 제2축 보상체에 연결된 제3축 보상체와, 상기 제1축 보상체를 제1축 방향을 따라 일방 또는 양방으로 상기 베이스에 대하여 상대적으로 변위시키기 위한 제1축 보상구동기와, 상기 제2축 보상체를 제2축 방향을 따라 일방 또는 양방으로 상기 제1축 보상체에 대하여 상대적으로 변위시키기 위한 제2축 보상구동기와, 상기 제3축 보상체를 제3축 방향을 따라 일방 또는 양방으로 상기 제2축 보상체에 대하여 상대적으로 변위시키기 위한 제3축 보상구동기가 포함되어 구성되고,

상기 절삭공구는 상기 제3축 보상체에 장착되며,

상기 오차측정부는, 제3축 보상체와 일체로 변위되게 상기 제3축 보상체에 장착된 레이저 엔코더와, 상기 레이저 엔코더로부터 조사된 광선을 상기 레이저 엔코더로 반사하도록 배치된 평면 미러로 구성된 것을 특징으로 하는 절삭공구 오차 보상 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1축 보상체를 상기 베이스에 연결시키는 탄성힌지는, 상기 제1축 방향과 나란한 방향으로 연장된 막대형상의 탄성체 양단이 상기 베이스에 연결된 제1탄성변형부와, 상기 제1축과 직교하는 방향으로 연장된 막대형상의 탄성체 일단은 상기 제1탄성변형부의 양단 사이의 위치에 연결되고 타단은 상기 제1축 보상체에 연결된 제2탄성변형부로 구성되고,

상기 제2축 보상체를 상기 제1축보상체에 연결시키는 탄성힌지는, 상기 제2축 방향과 나란한 방향으로 연장된 막대형상의 탄성체 양단이 상기 제1축 보상체에 연결된 제1탄성변형부와, 상기 제2축과 직교하는 방향으로 연장된 막대형상의 탄성체 일단은 상기 제1탄성변형부의 양단 사이의 위치에 연결되고 타단은 상기 제2축 보상체에 연결된 제2탄성변형부로 구성되며,

상기 제3축 보상체를 상기 제2축보상체에 연결시키는 탄성힌지는, 상기 제3축 방향과 나란한 방향으로 연장된 막대형상의 탄성체 양단이 상기 제2축 보상체에 연결된 제1탄성변형부와, 상기 제3축과 직교하는 방향으로 연장된 막대형상의 탄성체 일단은 상기 제1탄성변형부의 양단 사이의 위치에 연결되고 타단은 상기 제3축 보상체에 연결된 제2탄성변형부로 구성된 것을 특징으로 하는 절삭공구 오차 보상 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 베이스는 사각형의 프레임 형상으로 구성되고,

상기 제1축 보상체는 사각형 형상으로 형성되어 상기 베이스의 내부에 위치되게 4개의 모서리 부분이 탄성힌지로 상기 베이스와 연결된 것을 특징으로 하는 절삭공구 오차 보상 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1축 보상체는 상기 제1축과 나란한 축선에 대하여 좌우 대칭으로 형성되고, 상기 제1축 보상구동기는 상기 제1축 보상체의 좌우 대칭되는 위치에 각각 구비되며,

상기 제1축 보상구동기 각각은 각각 독립적으로 구동되어 상기 제1축 보상체를 제1축 및 제2축이 포함된 평면

상에서 회전변위시키는 것을 특징으로 하는 절삭공구 오차 보상 장치.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 제1축 보상체는 사각형의 프레임 형상으로 구성되고,

상기 제2축 보상체는 사각형 형상으로 형성되어 상기 제1축 보상체의 내부에 위치되게 4개의 모서리 부분이 탄성힌지로 상기 제1축 보상체와 연결된 것을 특징으로 하는 절삭공구 오차 보상 장치

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 제3축 보상체는, 서로 마주보며 평행하게 연직으로 세워져 상기 제2축 보상체와 일체로 결합되는 사각형 형상의 지지부와, 상기 지지부 사이에 위치되어 상기 지지부와 상대적으로 제3축 방향으로 변위되는 박스형상의 구동부로 구성되고,

상기 제3축 보상체를 상기 제2축 보상체에 연결시키는 탄성힌지는 상기 한 쌍의 지지부 각각의 양측 각각과 상기 박스형상의 구동부 양측 각각을 연결하여 상기 제3축 보상체를 상기 제2축 보상체와 연결시키는 것을 특징으로 하는 절삭공구 오차 보상 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제3축 보상체는 제3축과 나란한 축선에 대하여 대칭되게 형성되고, 상기 제3축 보상구동기는 상기 제3축 보상체의 좌우 대칭되는 위치에 각각 구비되며,

상기 제3축 보상구동기 각각은 각각 독립적으로 구동되어 상기 제3축 보상체를 제3축과 연직을 이루는 축선을 중심으로 회전변위시키는 것을 특징으로 하는 절삭공구 오차 보상 장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항 내지 제7항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 제1축 보상구동기, 제2축 보상구동기 및 제3축 보상구동기는 압전구동기로 구성된 것을 특징으로 하는 절삭공구 오차 보상 장치.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 절삭공구 오차 보상 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 주축계의 운동정밀도를 정밀하게 측정하여 질량이 상대적으로 적은 절삭공구와 톨홀더만으로 압전구동기로 미세하게 구동시켜 초정밀 절삭가공 중 발생하는 운동오차를 실시간으로 보상하면서 제어할 수 있는 절삭공구 오차 보상 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 단결정 다이아몬드 바이트를 이용한 초정밀 가공기에서는 스핀들, 이송계 등의 주요 부품의 운동 특성이 가공정밀도에 미치는 영향이 매우 크므로 보다 높은 가공정밀도를 실현하기 위해서는 각각의 요소부품의 운동정밀도 향상과 더불어 운동오차의 실시간 보상이 절대적으로 요구되며 현재의 초정밀 가공기에서는 가공 가능한 공작물의 직경이 커지면서 가공정밀도가 높아지는 추세에 따라 각 슬라이드의 행정거리가 수백mm로 상대적으로 길어짐에도 불구하고 nm 수준의 높은 분해능과 전 운동구간에 걸쳐 높은 운동정밀도가 요구되고 있다.

[0003] 그러나 이 경우 이송부의 관성질량이 매우 크기 때문에 실시간으로 운동오차를 보상하기에는 응답속도가 절대적으로 늦어져 실시간 운동오차 보상이 매우 어렵게 된다. 이로 인하여 각 요소부품의 정밀도를 향상시킬 수

밖에 없으므로 가공기의 제작비용이 크게 증가하게 되고, 수 m 에 달하는 스핀들의 축방향 운동오차, 이송계의 운동오차, 공작물의 변형 등에 의해 가공정밀도에 한계를 가질 수밖에 없다. 도 1은 절삭 가공중에 X, Y, Z축 방향으로 발생하는 가공하중을 도시한 것이다. 즉, 절삭 가공중에는 절삭공구에 주분력(F_m), 배분력(F_r), 이송분력(F_a)이 X, Y, Z축 방향으로 발생하는데, 나노미터급 초정밀 나노 평면 가공 및 비구면 가공을 위해서는 가공 중에 발생하는 피칭 오차(Pitching-error), 롤링 오차(Rolling-error) 및 요잉 오차(Yawing error)에 대한 에러값의 보상이 필수적이다.

[0004] 이러한 이유로 정밀 절삭가공 분야에서는 절삭 가공중에 발생하는 오차를 보상하기 위한 개발이 이루어지고 있으며, 대한민국 특허공개 제10-2003-0033548호(간접측정에 의한 고속회전체 시스템의 오차 측정과 보상 장치 및 방법)과 대한민국 특허공개 제10-1998-0059216호(열팽창에 의한 위치를 보상하는 미소절삭장치)는 이러한 시도와 관련된 기술이다.

[0005] 그러나, 상기 선행기술에 개시된 기술은 간접인 방법에 의해 오차를 측정 및 보상하거나 열팽창에 의한 오차만을 보상하는 한계를 갖는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 점을 인식하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 주축계의 운동정밀도를 정밀하게 측정하여 절삭량이 상대적으로 적은 절삭공구와 톨홀더만으로 압전구동기로 미세하게 구동시켜 초정밀 절삭가공 중 발생하는 운동오차를 실시간으로 보상하면서 제어할 수 있는 절삭공구 오차 보상 장치에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 절삭공구 오차 보상 장치는, 가공중 발생된 절삭공구의 운동오차를 측정하는 오차측정부와, 상기 오차측정부에 의해 측정된 오차를 보상하도록 상기 절삭공구를 구동시키는 오차보상 스테이지가 포함된 절삭공구 오차 보상 장치에 있어서, 상기 오차보상 스테이지는, 베이스와, 수평면상에서 제1축 방향으로 변위가 가능하도록 탄성힌지로 상기 베이스에 연결된 제1축 보상체와, 수평면상에서 상기 제1축과 직교하는 제2축 방향으로 변위가 가능하도록 탄성힌지로 상기 제1축 보상체에 연결된 제2축 보상체와, 연직의 상기 제1축 및 제2축과 직교하는 연직의 제3축 방향으로 변위가 가능하도록 탄성힌지로 상기 제2축 보상체에 연결된 제3축 보상체와, 상기 제1축 보상체를 제1축 방향을 따라 일방 또는 양방으로 상기 베이스에 대하여 상대적으로 변위시키기 위한 제1축 보상구동기와, 상기 제2축 보상체를 제2축 방향을 따라 일방 또는 양방으로 상기 제1축 보상체에 대하여 상대적으로 변위시키기 위한 제2축 보상구동기와, 상기 제3축 보상체를 제3축 방향을 따라 일방 또는 양방으로 상기 제2축 보상체에 대하여 상대적으로 변위시키기 위한 제3축 보상구동기가 포함되어 구성되고, 상기 절삭공구는 상기 제3축 보상체에 장착된 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한, 본 발명에 따른 절삭공구 오차 보상 장치는, 상기 제1축 보상체를 상기 베이스에 연결시키는 탄성힌지는, 상기 제1축 방향과 나란한 방향으로 연장된 막대형상의 탄성체 양단이 상기 베이스에 연결된 제1탄성변형부와, 상기 제1축과 직교하는 방향으로 연장된 막대형상의 탄성체 일단은 상기 제1탄성변형부의 양단 사이의 위치에 연결되고 타단은 상기 제1축 보상체에 연결된 제2탄성변형부로 구성되고, 상기 제2축 보상체를 상기 제1축보상체에 연결시키는 탄성힌지는, 상기 제2축 방향과 나란한 방향으로 연장된 막대형상의 탄성체 양단이 상기 제1축 보상체에 연결된 제1탄성변형부와, 상기 제2축과 직교하는 방향으로 연장된 막대형상의 탄성체 일단은 상기 제1탄성변형부의 양단 사이의 위치에 연결되고 타단은 상기 제2축 보상체에 연결된 제2탄성변형부로 구성되며, 상기 제3축 보상체를 상기 제2축보상체에 연결시키는 탄성힌지는, 상기 제3축 방향과 나란한 방향으로 연장된 막대형상의 탄성체 양단이 상기 제2축 보상체에 연결된 제1탄성변형부와, 상기 제3축과 직교하는 방향으로 연장된 막대형상의 탄성체 일단은 상기 제1탄성변형부의 양단 사이의 위치에 연결되고 타단은 상기 제3축 보상체에 연결된 제2탄성변형부로 구성된 것을 특징으로 한다.

[0009] 또한, 본 발명에 따른 절삭공구 오차 보상 장치는, 상기 베이스는 사각형의 프레임 형상으로 구성되고, 상기 제1축 보상체는 사각형 형상으로 형성되어 상기 베이스의 내부에 위치되게 4개의 모서리 부분이 탄성힌지로 상기 베이스와 연결된 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한, 본 발명에 따른 절삭공구 오차 보상 장치는, 상기 제1축 보상체는 상기 제1축과 나란한 축선에 대하여 좌우 대칭으로 형성되고, 상기 제1축 보상구동기는 상기 제1축 보상체의 좌우 대칭되는 위치에 각각

구비되며, 상기 제1축 보상구동기 각각은 각각 독립적으로 구동되어 상기 제1축 보상체를 제1축 및 제2축이 포함된 평면상에서 회전변위시키는 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 본 발명에 따른 절삭공구 오차 보상 장치는, 상기 제1축 보상체는 사각형의 프레임 형상으로 구성되고, 상기 제2축 보상체는 사각형 형상으로 형성되어 상기 제1축 보상체의 내부에 위치되게 4개의 모서리 부분이 탄성힌지로 상기 제1축 보상체와 연결된 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 본 발명에 따른 절삭공구 오차 보상 장치는, 상기 제3축 보상체는, 서로 마주보며 평행하게 연직으로 세워져 상기 제2축 보상체와 일체로 결합되는 사각형 형상의 지지부와, 상기 지지부 사이에 위치되어 상기 지지부와 상대적으로 제3축 방향으로 변위되는 박스형상의 구동부로 구성되고, 상기 제3축 보상체를 상기 제2축 보상체에 연결시키는 탄성힌지는 상기 한 쌍의 지지부 각각의 양측 각각과 상기 박스형상의 구동부 양측 각각을 연결하여 상기 제3축 보상체를 상기 제2축 보상체와 연결시키는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명에 따른 절삭공구 오차 보상 장치는, 상기 제3축 보상체는 제3축과 나란한 축선에 대하여 대칭되게 형성되고, 상기 제3축 보상구동기는 상기 제3축 보상체의 좌우 대칭되는 위치에 각각 구비되며, 상기 제3축 보상구동기 각각은 각각 독립적으로 구동되어 상기 제3축 보상체를 제3축과 연직을 이루는 축선을 중심으로 회전변위시키는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명에 따른 절삭공구 오차 보상 장치는, 상기 오차측정부는, 제3축 보상체와 일체로 변위되게 상기 제3축 보상체에 장착된 레이저 엔코더와, 상기 레이저 엔코더로부터 조사된 광선을 상기 레이저 엔코더로 반사하도록 배치된 평면 미러로 구성된 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 본 발명에 따른 절삭공구 오차 보상 장치는, 상기 제1축 보상구동기, 제2축 보상구동기 및 제3축 보상구동기는 압전구동기로 구성된 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0016] 상기와 같은 구성에 의하여 본 발명에 따른 절삭공구 오차 보상 장치는, 주축계의 운동정밀도를 정밀하게 측정하여 절삭량이 상대적으로 적은 절삭공구와 톨홀더만으로 압전구동기로 미세하게 구동시켜 초정밀 절삭가공 중 발생하는 운동오차를 실시간으로 보상하면서 제어할 수 있는 장점을 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 초정밀 가공 유닛에 발생하는 절삭 하중을 개념적으로 도시한 도면
 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 절삭공구 오차 보상 장치를 도시한 사시도
 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 절삭공구 오차 보상 장치의 오차보상 스테이지를 도시한 사시도
 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 절삭공구 오차 보상 장치의 오차보상 스테이지를 도시한 분해사시도
 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 절삭공구 오차 보상 장치의 오차보상 스테이지의 일부를 도시한 평면도
 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 절삭공구 오차 보상 장치의 오차보상 스테이지의 일부를 도시한 측면도
 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 일실시예에 따른 절삭공구 오차 보상 장치의 오차보상 스테이지의 제2축 변위체에 발생한 운동오차 및 보상방향을 도시한 해석도
 도 8a 및 도 8b는 본 발명의 일실시예에 따른 절삭공구 오차 보상 장치의 오차보상 스테이지의 제1축 변위체에 발생한 운동오차 및 보상방향을 도시한 해석도
 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 절삭공구 오차 보상 장치의 오차보상 스테이지의 제3축 변위체에 발생한 운동오차 및 보상방향을 도시한 해석도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하에서는 도면에 도시된 실시예를 참조하여 본 발명에 따른 절삭공구 오차 보상 장치를 보다 상세하게 설명하기로 한다.

[0019] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 절삭공구 오차 보상 장치를 도시한 사시도이고, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 절삭공구 오차 보상 장치의 오차보상 스테이지를 도시한 사시도이며, 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 절삭공구 오차 보상 장치의 오차보상 스테이지를 도시한 분해사시도이고, 도 5는 본 발명의 일실시예에

다른 절삭공구 오차 보상 장치의 오차보상 스테이지의 일부를 도시한 평면도이며, 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 절삭공구 오차 보상 장치의 오차보상 스테이지의 일부를 도시한 측면도이고, 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 일실시예에 따른 절삭공구 오차 보상 장치의 오차보상 스테이지의 제2축 변위체에 발생된 운동오차 및 보상방향을 도시한 해석도이며, 도 8a 및 도 8b는 본 발명의 일실시예에 따른 절삭공구 오차 보상 장치의 오차보상 스테이지의 제1축 변위체에 발생된 운동오차 및 보상방향을 도시한 해석도이고, 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 절삭공구 오차 보상 장치의 오차보상 스테이지의 제3축 변위체에 발생된 운동오차 및 보상방향을 도시한 해석도이다.

[0020] 본 발명에 따른 절삭공구 오차 보상 장치는 초정밀 절삭 가공기의 절삭공구나 공구 홀더를 미세 변위시켜 절삭공구(T)에 가해지는 외력 등에 의해 절삭공구에 발생하는 운동오차를 보상하기 위한 장치이다. 본 발명이 적용되는 일반적인 초정밀 절삭 가공기는 공작물을 회전 및 이송시키는 주축계(30)와, 절삭공구를 이송시키는 공구 이송계(40) 등 다양한 장치로 구성되며, 도 1에는 본 발명의 설명을 위해 필요한 주축계(30)와 공구 이송계(40)를 간단하게 도시하였다.

[0021] 한편, 본 발명의 설명을 위해 사용된 서로 직교하는 제1축, 제2축 및 제3축은 수평면상에서 서로 직교하는 X축과 Y축 및 이에 직교하는 Z축과 대응된다. 보다 구체적으로 제1축은 Y축과, 제2축은 X축과, 그리고 제3축은 Z축과 대응되며, 이하에서는 도면에 도시된 X,Y 및 Z축과 청구범위 및 발명의 상세한 설명에 사용된 제1,2 및 3축의 용어를 혼용하여 설명하기로 한다.

[0022] 본 발명에 따른 절삭공구 오차 보상 장치는 상술한 바와 같이 절삭공구(T)에 발생된 미세 변위를 측정하여 그에 따른 오차를 보상하기 위하여 절삭공구(T)의 미세 오차를 측정하기 위한 오차측정부(21,22,23)와, 측정된 오차에 따른 보상을 위해 절삭공구(T)를 미세하게 구동시키기 위한 오차보상 스테이지(10)를 포함하여 구성된다.

[0023] 상기 오차측정부(21,22,23)는 절삭가공중 발생된 절삭공구의 운동오차를 측정하기 위한 것으로 절삭공구(T)에 발생하는 다양한 방향의 오차를 측정할 수 있도록 구성된다. 도면에는 상기 오차측정부(21,22,23)가 직선 방향의 변위 오차와 회전 방향의 변위 오차를 측정할 수 있도록 구성된다. 즉, 상기 오차측정부(21,22,23)는 서로 직교하는 X,Y 및 Z축 방향으로 이루어지는 직선의 변위 오차를 측정할 수 있도록 X축 오차측정부(21), Y축 오차측정부(22) 및 Z축 오차측정부(23)로 구성된다. 각각의 오차측정부(21,22,23)는 레이저 광선을 조사하여 수신하는 레이저 엔코더(211,221a,221b,231a,231b)와, 상기 레이저 엔코더(211,221a,221b,231a,231b)로부터 조사된 빛을 그대로 반사하도록 구비된 평면 미러(212,222,232)로 구성된다. 즉, X축 오차측정부(21)의 경우 상기 레이저 엔코더(211)가 X축 방향과 평행한 광선을 발사하고 평면 미러(212)로부터 반사된 광선을 수신하는 과정에서 X축 방향의 거리 변화를 측정함으로써 X축 방향의 미세변위를 측정하게 되며, 이는 Y축 오차측정부(22) 및 Z축 오차측정부(23)도 동일하다.

[0024] 한편, 본 발명은 절삭공구(T)에 발생하는 오차를 측정하기 위한 것이므로 상기 레이저 엔코더(211,221a,221b,231a,231b)는 절삭공구(T)가 장착되어 그 절삭공구(T)와 일체로 이동되는 구조물, 즉 하술하는 제3축(Z축) 보상체(14)에 탑재되어 절삭공구(T)와 동일한 변위로 이동되게 구성된다.

[0025] 한편, 본 발명은 절삭가공 중에 절삭공구(T)에 발생하는 X,Y,Z축 방향의 직선변위 뿐만 아니라 도면의 Y축과 나란한 축선을 중심으로 절삭공구(T)가 회전되어 발생하는 회전변위에 따른 피칭 오차(Pitching Error, 도 9 참조)를 측정할 수 있도록 상기 Z축 오차측정부(23)는 레이저 엔코더(231a,231b)가 Y축 방향으로 배치되어 각 레이저 엔코더 231a와 231b에 감지되는 변위차로부터 피칭 오차를 산출할 수 있도록 구성된다. 마찬가지로, 도면의 Z축과 나란한 축선을 중심으로 절삭공구(T)가 회전되어 발생하는 요잉 오차(Yawing Error, 도 8a 및 도 8b 참조)를 측정할 수 있도록 상기 Y축 오차측정부(22)는 레이저 엔코더(221a,221b)가 X축 방향으로 배치되어 각 레이저 엔코더 221a와 221b에 감지되는 변위차로부터 요잉 오차를 산출할 수 있도록 구성된다. 이에 따라 본 발명은 X,Y,Z축의 직선 변위 오차뿐만 아니라 피칭 및 요잉 오차를 측정하여 보상하도록 구성된다.

[0026] 상기 오차보상 스테이지(10)는 상기 오차측정부(21,22,23)에 의해 측정된 오차를 보상하도록 상기 절삭공구(T)를 구동시키기 위한 구성으로, 베이스(11), 제1축 보상체(12), 제2축 보상체(13), 제3축 보상체(14), 제1축 보상구동기(15), 제2축 보상구동기(16) 및 제3축 보상구동기(17)를 포함하여 구성된다.

[0027] 상기 베이스(11) 공구 이송계(40)에 장착되어 그 공구 이송계(40)의 이송에 의해 이송되며, 상기 제1축 보상체(12)가 탄성지지되는 구조물이다. 도면을 참조하면, 상기 베이스(11)는 내부에 상기 제1축 보상체(12)가 수용되기 위한 사각형의 구멍이 뚫린 사각 프레임 형상을 갖도록 형성된다. 도면에는 상기 베이스(11)이 대

칭구조물이 되게 정사각형의 구멍이 뚫린 형상을 갖는다.

[0028] 상기 제1축 보상체(12)는 상기 제1축 보상구동기(15)와 함께 절삭공구(T)의 제1축 방향(즉, Y축 방향)의 운동 오차 및 Z축을 중심으로 하는 회전 변위 오차(즉, 요잉 오차)를 보상하기 위하여 제1축 방향(Y축 방향) 직선 변위 및 제3축(Z축)을 중심으로 하는 회전 변위가 가능하게 상기 베이스(11)에 탄성지지된 구조물이다. 도면을 참조하면, 상기 제1축 보상체(12)는 상기 베이스(11)의 중앙 부분에 정사각형 형상으로 뚫린 구멍에 수용되는 정사각 형상을 갖고 내부 중앙 부분에 상기 제2축 보상체(13)가 수용되기 위한 정사각 형상의 구멍이 뚫린 정사각형의 프레임 형상으로 형성되어 4개의 탄성힌지(121)로 상기 베이스(11)에 탄성지지된다. 상기과 같이 상기 제1축 보상체(12)는 정사각형 형상으로 형성되어 상기 베이스(11)의 내부 구멍에 수용되어 위치되게 4개의 모서리 부분이 탄성힌지(121)로 상기 베이스(11)와 연결된다.

[0029] 한편, 상기 제1축 보상체(12)를 상기 베이스(11)에 연결시키는 탄성힌지(121)는 상기 제1축 보상체(12)가 제1축 방향, 즉 Y축 방향의 변위 뿐만 아니라 원활한 Z축을 중심으로 하는 회전 변위가 이루어지도록 'T'자 형상으로 구성된 것을 특징으로 한다. 도면을 참조하면, 상기 제1축 보상체(12)를 상기 베이스(11)에 연결시키는 탄성힌지(121)는 제1축 방향(Y축 방향)과 나란한 방향으로 연장된 막대형상의 탄성체 양단이 상기 베이스에 연결된 제1탄성변형부(121a)와, 상기 제1축(Y축)과 직교하는 방향으로 연장된 막대형상의 탄성체 일단은 상기 제1탄성변형부(121a)의 양단 사이의 위치(도면에는 중앙 위치)에 연결되고 타단은 상기 제1축 보상체(12)에 연결된 제2탄성변형부(121b)로 구성된다.

[0030] 상기 제2축 보상체(13)는 상기 제2축 보상구동기(16)와 함께 절삭공구(T)의 제2축 방향(즉, X축 방향)의 운동 오차를 보상하기 위하여 제2축 방향(X축 방향)의 직선 변위가 가능하게 상기 제1축 보상체(12)에 탄성지지된 구조물이다. 도면을 참조하면, 상기 제2축 보상체(13)는 상기 제1축 보상체(12)의 중앙 부분에 정사각형 형상으로 뚫린 구멍에 수용되는 정사각 형상을 갖는 판부재 형상으로 형성되어 4개의 탄성힌지(131)로 상기 제1축 보상체(12)에 탄성지지된다. 상기과 같이 상기 제2축 보상체(13)는 정사각형 형상으로 형성되어 상기 제1축 보상체(12)의 내부 구멍에 수용되어 위치되게 4개의 모서리 부분이 탄성힌지(131)로 상기 제1축 보상체(12)와 연결된다.

[0031] 한편, 상기 제2축 보상체(13)를 상기 제1축 보상체(12)에 연결시키는 탄성힌지(131)는 상기 제2축 보상체(13)가 제2축 방향, 즉 X축 방향의 직선 변위 뿐만 아니라 원활한 회전 변위가 이루어지도록 'T'자 형상으로 구성된 것을 특징으로 한다. 도면을 참조하면, 상기 제2축 보상체(13)를 상기 제1축 보상체(12)에 연결시키는 탄성힌지(131)는 제2축 방향(X축 방향)과 나란한 방향으로 연장된 막대형상의 탄성체 양단이 상기 제1축 보상체(12)에 연결된 제1탄성변형부(131a)와, 상기 제2축(X축)과 직교하는 방향으로 연장된 막대형상의 탄성체 일단은 상기 제1탄성변형부(131a)의 양단 사이의 위치(도면에는 중앙 위치)에 연결되고 타단은 상기 제2축 보상체(13)에 연결된 제2탄성변형부(131b)로 구성된다. 다만, 도면에 도시된 실시예에는 상기 제2축 보상체(13)가 직선으로 변위되고 보상되는 예만 도시되어 있고 회전 변위 및 보상에 대한 예는 생략되어 있다.

[0032] 상기 제3축 보상체(14)는 상기 제3축 보상구동기(17)와 함께 절삭공구(T)의 제3축 방향(즉, Z축 방향)의 운동 오차 및 X축을 중심으로 하는 회전 변위 오차(즉, 피칭 오차)를 보상하기 위하여 제3축 방향(Z축 방향) 직선 변위 및 제2축(X축)을 중심으로 하는 회전 변위가 가능하게 상기 제2축 보상체(13)에 탄성지지된 구조물이다. 상기 절삭공구(T)는 상기 제3축 보상체(14)에 직접 또는 툴홀더에 의해 장착된다.

[0033] 한편, 상기 제3축 보상체(14)는 전체적으로 직육면체 형상의 박스형상으로 형성된다. 도면을 참조하면, 상기 제3축 보상체(14)는 서로 마주보며 평행하게 연직으로 세워져 상기 제2축 보상체(13)와 일체로 결합되는 사각형 형상의 지지부(142)와, 상기 지지부(142) 사이에 위치되어 상기 지지부(142)와 상대적으로 제3축 방향(Z축 방향)으로 변위되는 정육면체 박스형상의 구동부(143)로 구성된다. 상기 제3축 보상체(14)를 상기 제2축 보상체(13)에 연결시키는 탄성힌지(141)는 상기 제2축 보상체(13)에 결합되어 그 제2축 보상체(13)와 함께 일체로 움직이는 지지부(142)를 통해 구동부(143)를 제2축 보상체(13)에 연결시킨다. 즉, 상기 제3축 보상체(14)를 상기 제2축 보상체(13)에 연결시키는 탄성힌지(141)는 상기 제2축 보상체(13)에 일체로 결합된 상기 한쌍의 지지부(142) 각각의 양측 각각과 상기 박스형상의 구동부(143) 양측 각각을 연결하여 상기 제3축 보상체(14) 구동부(143)가 4개의 탄성힌지(141)에 의해 탄성지지되도록 구성된다.

[0034] 한편, 상기 제3축 보상체(14)를 상기 제2축 보상체(13)에 연결시키는 탄성힌지(141)는 상기 제3축 보상체(14)가 제3축 방향, 즉 Z축 방향의 직선 변위 뿐만 제2축(X축)을 중심으로 하여 원활한 회전 변위가 이루어지도록 'T'자 형상으로 구성된 것을 특징으로 한다. 도면을 참조하면, 상기 제3축 보상체(14)의 구동부(143)를 상기 제2축 보상체(13)에 일체로 결합된 지지부(142) 연결시키는 탄성힌지(141)는 제3축 방향(Z축 방향)과 나

란한 방향으로 연장된 막대형상의 탄성체 양단이 상기 제2축 보상체(13)에 일체로 결합된 지지부(142)에 연결된 제1탄성변형부(141a)와, 상기 제3축(Z축)과 직교하는 방향으로 연장된 막대형상의 탄성체 일단은 상기 제1탄성변형부(141a)의 양단 사이의 위치(도면에는 중앙 위치)에 연결되고 타단은 상기 제3축 보상체(14)의 구동부(143)에 연결된 제2탄성변형부(141b)로 구성된다.

[0035] 상기 제1축 보상구동기(15a,15b)는 상기 제1축 보상체(12)를 제1축 방향(Y축 방향)을 따라 일방 또는 양방으로 상기 베이스(11)에 대하여 상대적으로 변위시키기 위한 구동기이다. 상기 제1축 보상구동기(15a,15b)로는 응답 속도가 빠르고 미세 변위에 접합반 압전구동기(Piezo Actuator)로 구성되는 것이 바람직하다.

[0036] 본 발명은 상기 제1축 보상구동기(15a,15b)가 상기 제1축 보상체(12)를 제1축 방향(Y축 방향)을 따라 직선 구동시킬 수 있을 뿐만 아니라 상기 제1축 보상체(12)를 회전 변위시킬 수 있도록 회전 구동시킬 수 있도록 구성된 것을 특징으로 한다. 이를 위해서 본 발명에서는 상기 제1축 보상구동기는 한 쌍(15a,15b)이 구비되어 X축 방향의 일렬로 배치되는 구조를 갖는다. 즉, 상기 제1축 보상체(12)는 상기 제1축(Y축)과 나란한 축선에 대하여 좌우 대칭으로 형성되고, 상기 제1축 보상구동기(15a,15b)는 상기 제1축 보상체(12)의 좌우 대칭되는 위치에 각각 구비된다. 상기와 같이 구비된 상기 제1축 보상구동기(15a,15b) 각각은 각각 독립적으로 구동되어 상기 제1축 보상체(12)를 제1축(Y축) 및 제2축(X축)이 포함된 평면상에서 제3축(Z축)을 중심으로 회전변위시키게 된다(도 8a 및 도 8b 참조).

[0037] 상기 제2축 보상구동기(16)는 상기 제2축 보상체(13)를 제2축 방향(X축 방향)을 따라 일방 또는 양방으로 상기 제1축 보상체(12)에 대하여 상대적으로 변위시키기 위한 구동기이다. 상기 제1축 보상구동기(15a,15b)와 마찬가지로 상기 제2축 보상구동기(16)로는 응답 속도가 빠르고 미세 변위에 접합반 압전구동기(Piezo Actuator)로 구성되는 것이 바람직하다. 도면에는 상기 제2축 보상구동기(16)가 제2축 보상체(13)의 대칭 중심에 배치되어 상기 제2축 보상체(16)를 제2축(X축) 방향의 직선 변위로 구동시키는 실시예가 개시되어 있다(도 7a 및 도 7b 참조).

[0038] 상기 제3축 보상구동기(17a,17b)는 상기 제3축 보상체(14)를 제3축 방향(Z축 방향)을 따라 일방 또는 양방으로 상기 제2축 보상체(13)에 대하여 상대적으로 변위시키기 위한 구동기이다. 상기 제3축 보상구동기(17a,17b)로는 응답 속도가 빠르고 미세 변위에 접합반 압전구동기(Piezo Actuator)로 구성되는 것이 바람직하다.

[0039] 본 발명은 상기 제3축 보상구동기(17a,17b)가 상기 제3축 보상체(14)를 제3축 방향(Z축 방향)을 따라 직선 구동시킬 수 있을 뿐만 아니라 상기 제3축 보상체(14)를 회전 변위시킬 수 있도록 회전 구동시킬 수 있도록 구성된 것을 특징으로 한다. 이를 위해서 본 발명에서는 상기 제3축 보상구동기는 한 쌍(17a,17b)이 구비되어 Y축 방향의 일렬로 배치되는 구조를 갖는다. 즉, 상기 제3축 보상체(14)는 상기 정육면체 형상의 대칭으로 형성되고, 상기 제3축 보상구동기(17a,17b)는 상기 제3축 보상체(14)의 좌우 대칭되는 위치에 각각 구비된다. 상기와 같이 구비된 상기 제3축 보상구동기(17a,17b) 각각은 각각 독립적으로 구동되어 상기 제3축 보상체(14)를 제2축(X축)을 중심으로 회전변위시켜 요잉 보상을 하게 된다(도 9 참조).

[0040] 상기와 같이 구성된 본 발명의 일실시예에 따른 절삭공구 오차 보상 장치는 다음과 같이 작동하게 된다.

[0041] 도 7a 및 도 7b는 제2축(X축) 방향의 오차를 보상하는 동작을 개념적으로 도시한 해석도이다. 도 7a 및 도 7b에 따르면 X축 방향의 오차를 보상하도록 제2축 오차 보상구동기에 의해 제2축 보상체(도 7b의 적색 구조물)가 X축 방향(도 7b의 좌측방향의 노란색 화살표 방향)으로 변위가 제1축 보상체(도 7b의 하늘색 구조물)에 대하여 상대적으로 이루어지는 상태를 확인할 수 있게 된다.

[0042] 도 8a 및 도 8b는 제1축(Y축) 방향의 오차를 보상하는 동작을 개념적으로 도시한 해석도이다. 도 8a 및 도 8b에 따르면 Y축 방향의 오차를 보상하도록 한 쌍의 제1축 오차 보상구동기에 의해 제1축 보상체(도 8b의 황색 구조물)이 수평면상에서 회전 변위가 베이스(도 8b의 파란색 구조물)에 대하여 상대적으로 이루어져 요잉 보상을 하는 상태를 확인할 수 있게 된다.

[0043] 도 9는 제3축(Z축) 방향의 오차를 보상하는 동작을 개념적으로 도시한 해석도이다. 도 9에 따르면 Z축 방향의 오차를 보상하도록 한 쌍의 제3축 오차 보상구동기에 의해 제3축 보상체(도 9의 박스 구조물)이 제2축(X축)을 중심으로 하는 회전 변위가 지지부에 대하여 상대적으로 이루어져 피칭 보상을 하는 상태를 확인할 수 있게 된다.

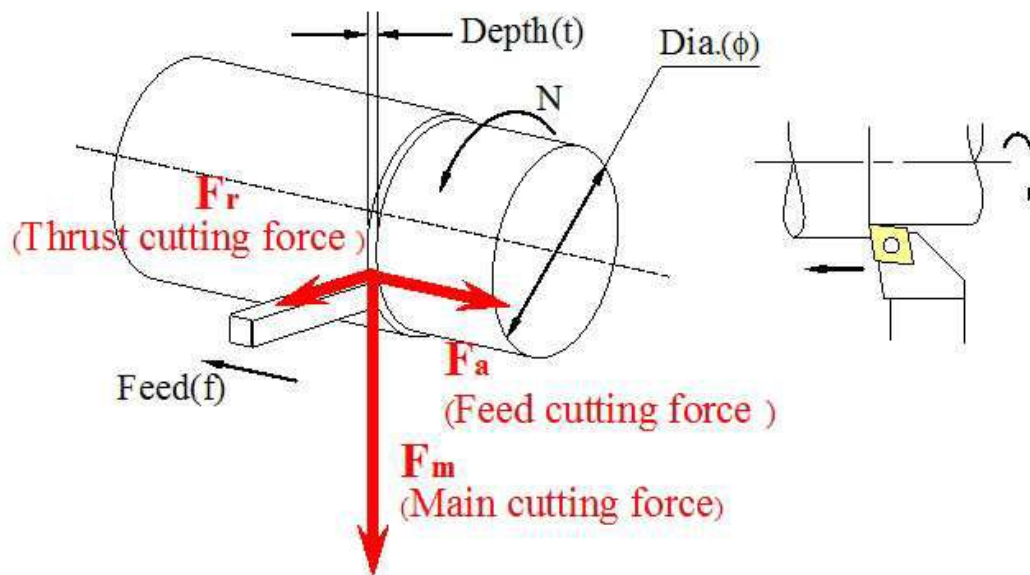
부호의 설명

[0044]

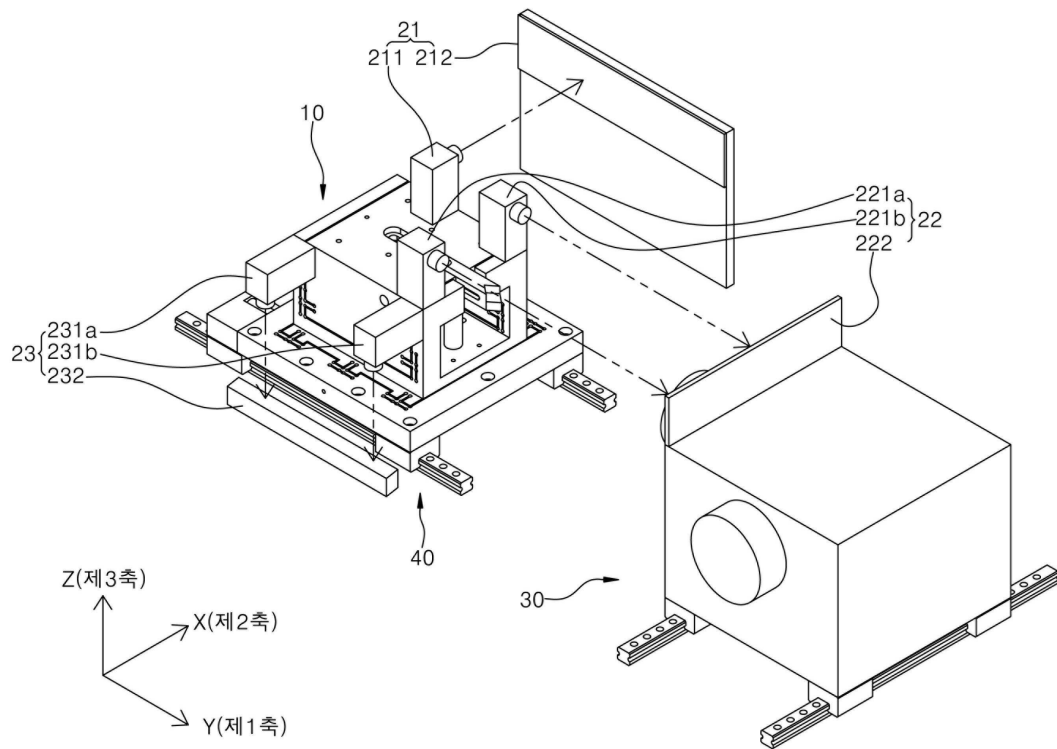
- 10 오차보상 스테이지
 - 11 베이스
 - 12 제1축 보상체
 - 13 제2축 보상체
 - 14 제3축 보상체
 - 142 지지부
 - 143 구동부
 - 15a, 15b 제1축 보상구동기
 - 16 제2축 보상구동기
 - 17a, 17b 제3축 보상구동기
 - 121, 131, 141 탄성힌지
 - 121a, 131a, 141a 제1탄성변형부
 - 121b, 131b, 141b 제2탄성변형부
- 20 오차측정부
- 30 주축계
- 40 공구 이송계
- T 절삭공구

도면

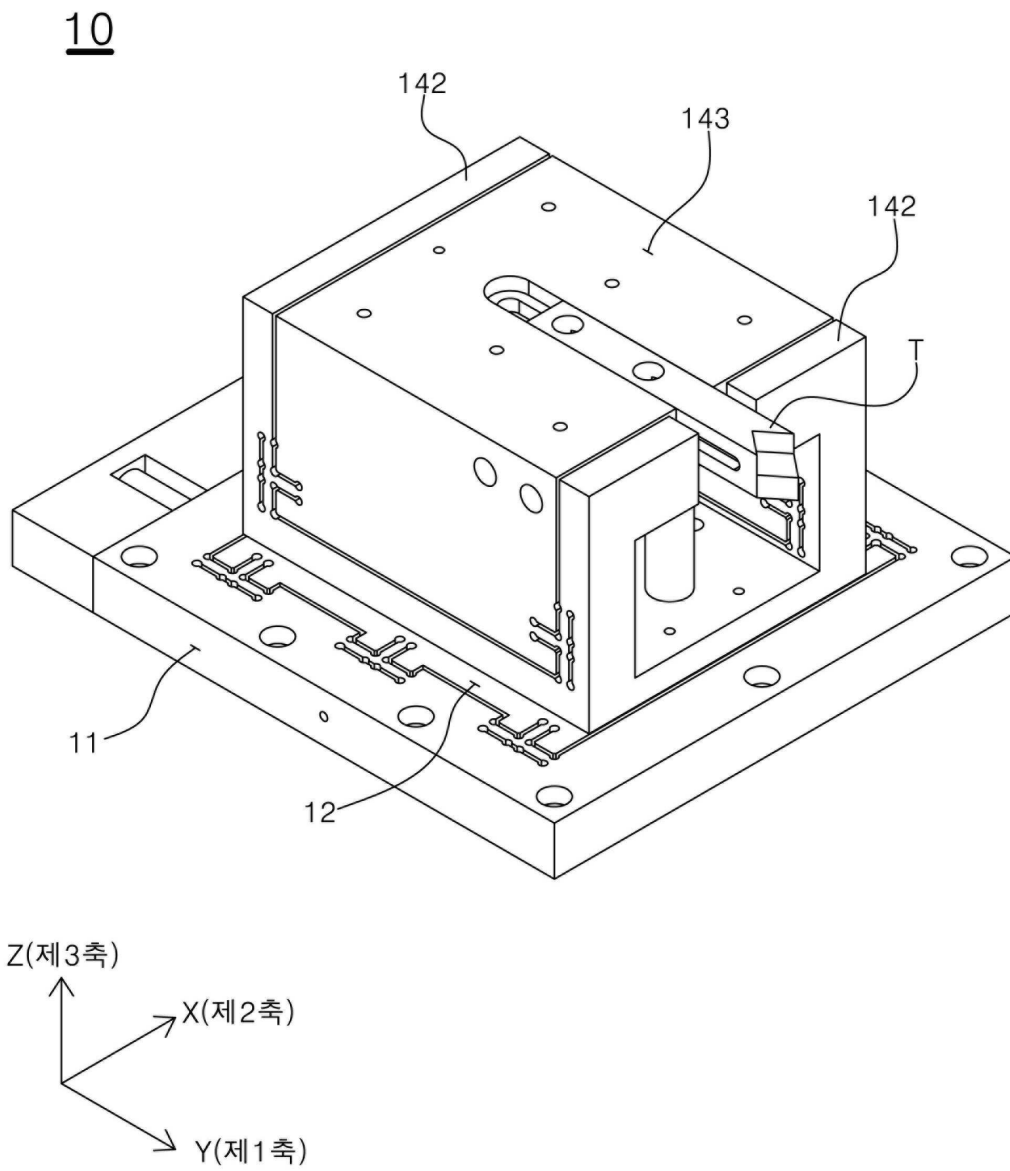
도면1



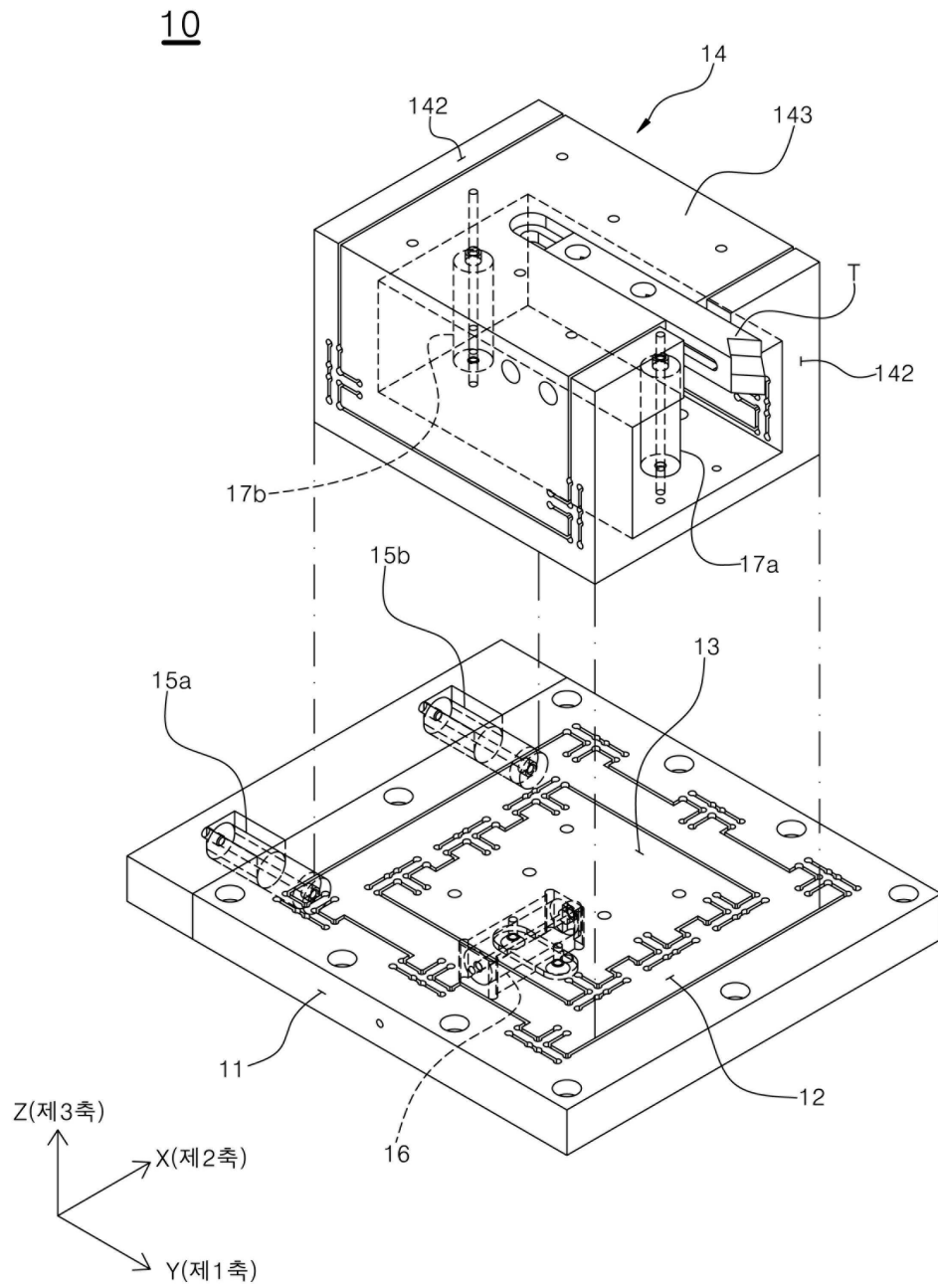
도면2



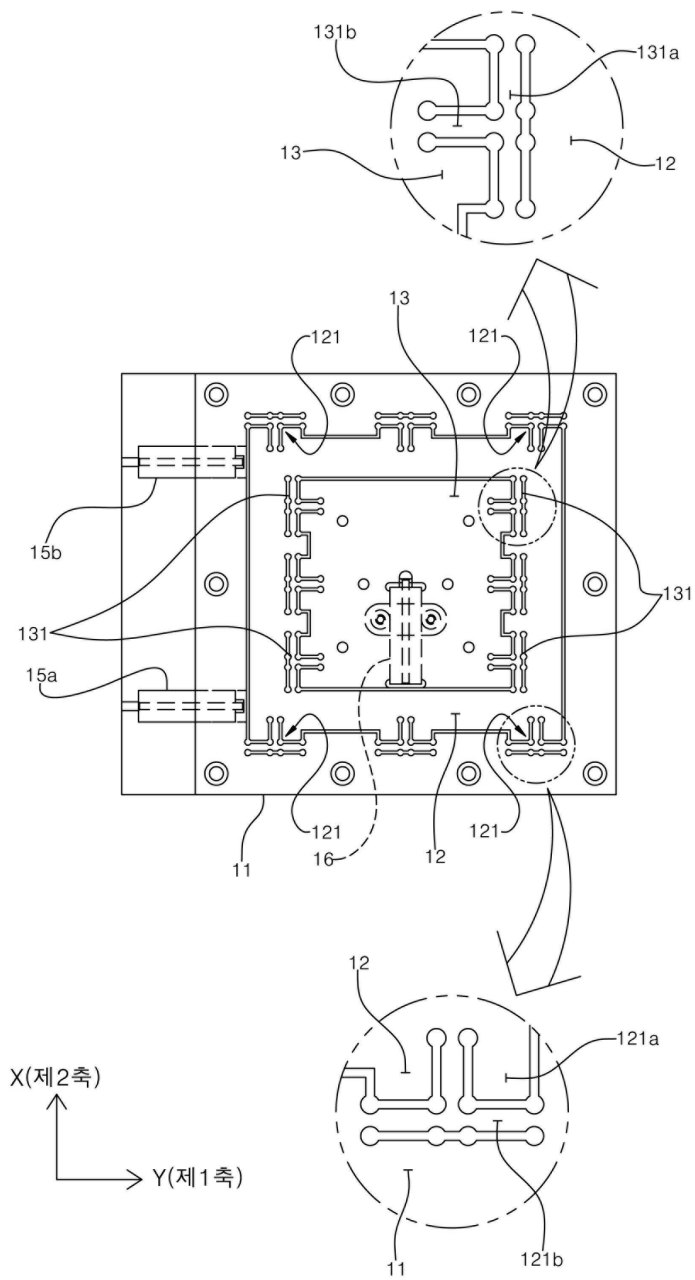
도면3



도면4

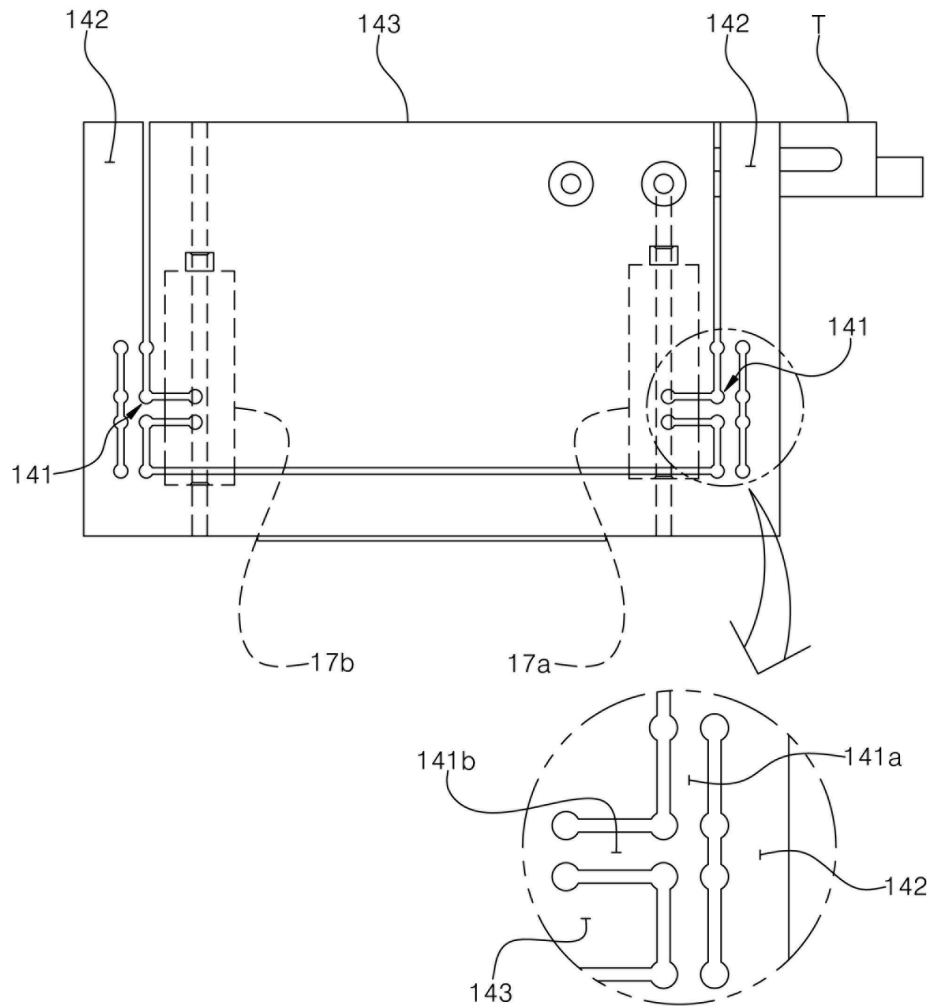


도면5

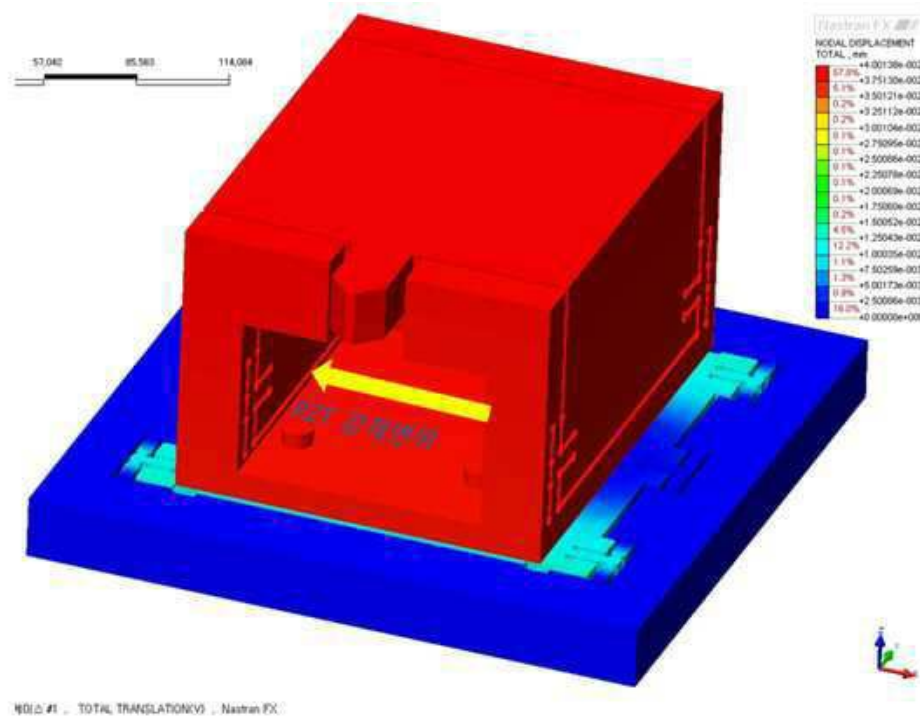


도면6

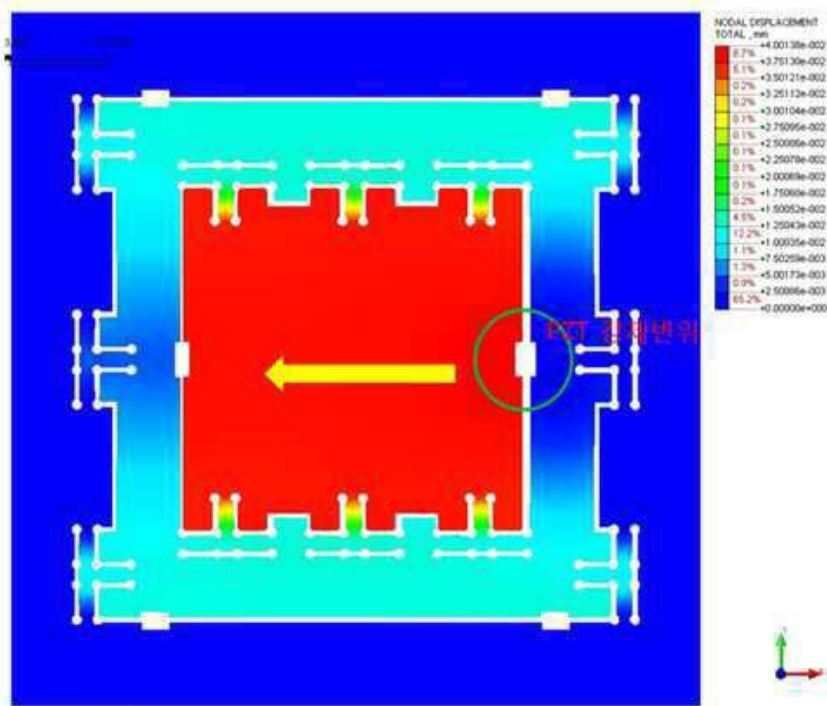
14



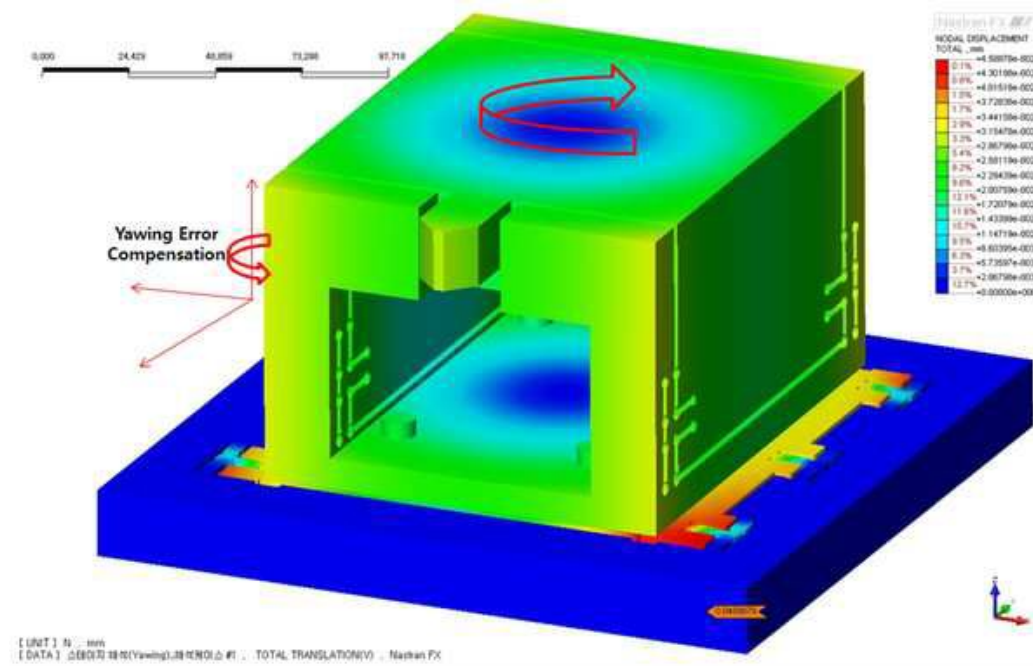
도면7a



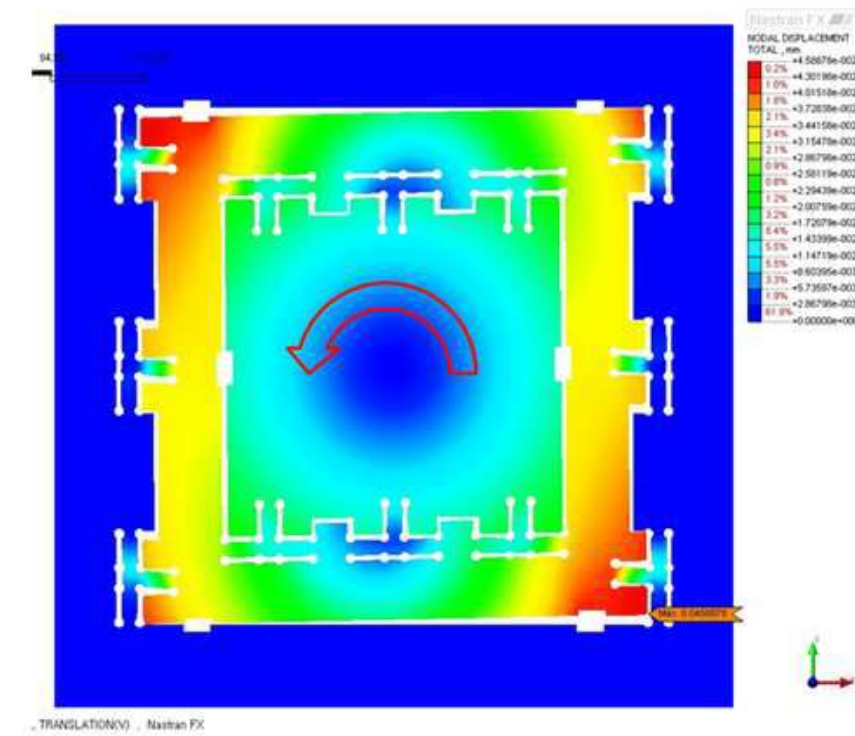
도면7b



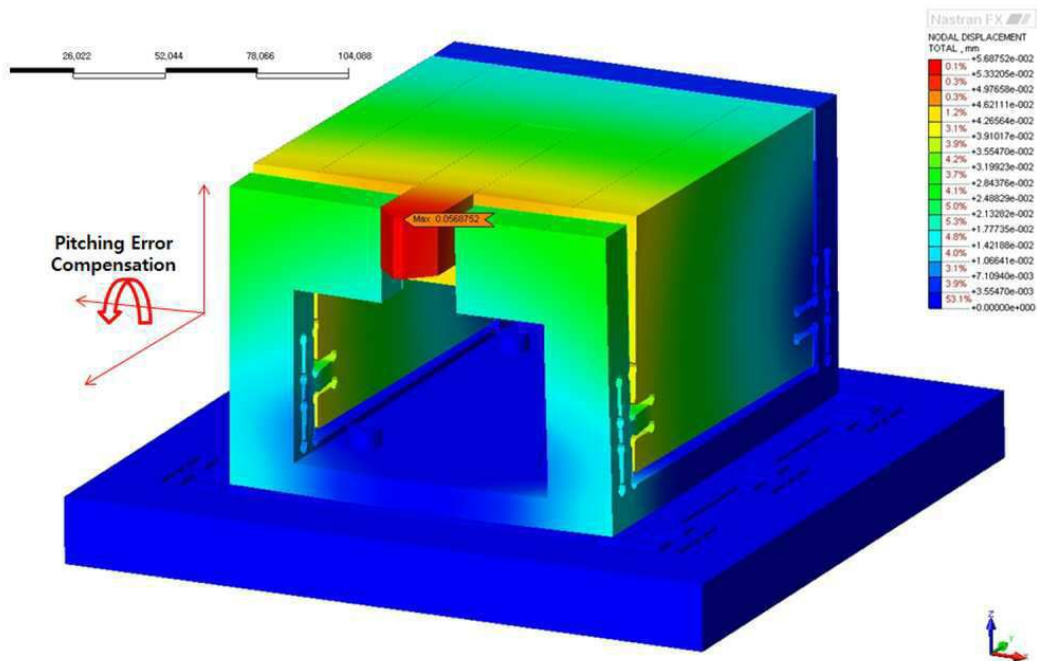
도면8a



도면8b



도면9



Pitching Error