



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년01월07일

(11) 등록번호 10-2749736

(24) 등록일자 2024년12월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 34/35 (2016.01) A61B 17/00 (2025.01)

A61B 17/072 (2025.01) A61B 34/00 (2016.01)

A61B 90/00 (2025.01) H02P 29/50 (2016.01)

H02P 6/10 (2016.01)

(52) CPC특허분류

A61B 34/35 (2016.02)

A61B 17/07207 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-7024928(분할)

(22) 출원일자(국제) 2016년03월15일

심사청구일자 2023년08월07일

(85) 번역문제출일자 2023년07월20일

(65) 공개번호 10-2023-0113415

(43) 공개일자 2023년07월28일

(62) 원출원 특허 10-2017-7025587

원출원일자(국제) 2016년03월15일

심사청구일자 2021년03월04일

(86) 국제출원번호 PCT/US2016/022486

(87) 국제공개번호 WO 2016/149279

국제공개일자 2016년09월22일

(30) 우선권주장

14/660,282 2015년03월17일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020090052605 A*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 14 항

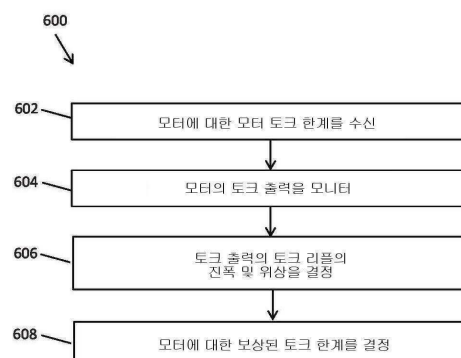
심사관 : 변정아

(54) 발명의 명칭 모터 토크 보상을 위한 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명의 방법은 모터에 대한 토크 한계를 수신하는 단계; 상기 모터의 토크 출력을 모니터링하는 단계; 상기 토크 출력의 토크 리플의 진폭 및 위상을 결정하는 단계; 및 상기 모터에 대한 보상된 토크 한계로서, 상기 토크 한계에 위치하는 제1 컴포넌트 및 조정된 토크 한계에 위치하는 제2 컴포넌트를 포함하는 보상된 토크 한계를 결정하는 단계를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

A61B 34/70 (2016.02)
H02P 29/50 (2016.02)
H02P 6/10 (2021.08)
A61B 2017/00398 (2013.01)
A61B 2017/0069 (2013.01)
A61B 2090/031 (2016.02)
A61B 2090/066 (2016.02)
Y10S 388/902 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

US20080046122 A1*
 US20140200596 A1
 US20140365177 A1*
 JP4835171 B2
 JP2002219136 A
 US20160204670 A1
 KR1020130122704 A
 KR1020080089670 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

의료 기기 시스템으로서,

모터; 및

제어 시스템을 포함하고, 상기 제어 시스템은:

모터의 토크 출력을 모니터링하고;

상기 토크 출력의 진동 컴포넌트를 결정하고, 상기 진동 컴포넌트는 토크 리플과 연관되어 있고;

상한 토크 한계를 수신하고;

상기 진동 컴포넌트에 기초하여 상기 상한 토크 한계를 조정하여 보상된 상한 토크 한계를 생성하고;
그리고

상기 토크 출력이 상기 보상된 상한 토크 한계를 초과한다는 판정에 응답하여 작동 불량 표시를 사용자 인터페이스에 출력하도록 구성되는,

의료 기기 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

클램핑 기구; 및

상기 모터를 상기 클램핑 기구에 연결하는 구동 샤프트를 더 포함하는, 의료 기기 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 클램핑 기구와 일체화된 스테이플링 기구를 더 포함하고, 상기 스테이플링 기구는 상기 클램핑 기구에 의해 클램핑된 조직을 스테이플링하도록 구성되는, 의료 기기 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 상한 토크 한계는 상기 클램핑 기구의 가능한 불량을 지시하는, 의료 기기 시스템.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 구동 샤프트는 적어도 하나의 유니버설 조인트의 사용을 통해 상기 클램핑 기구에 연결되는, 의료 기기 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 진동 컴포넌트를 처리하기 위해, 상기 제어 시스템은 상기 진동 컴포넌트에 따라 상기 상한 토크 한계를 조정하도록 구성되는, 의료 기기 시스템.

청구항 7

의료 기기 시스템으로서,

모터; 및

제어 시스템을 포함하고, 상기 제어 시스템은:

모터에 대한 모터 토크 한계를 수신하고;

상기 모터의 토크 출력을 모니터하고;

상기 토크 출력의 토크 리플의 진폭 및 위상을 결정하고;

상기 토크 리플의 결정된 진폭 및 위상에 기초하여 상기 모터 토크 한계를 조정함으로써, 상기 모터에 대한 국소적으로 보상된 토크 한계를 결정하도록 구성되는, 의료 기기 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 국소적으로 보상된 토크 한계는 상기 모터 토크 한계에서의 제1 컴포넌트 및 조정된 토크 한계에서의 제2 컴포넌트를 포함하는, 의료 기기 시스템.

청구항 9

삭제

청구항 10

제7항에 있어서, 상기 국소적으로 보상된 토크 한계는 제1 컴포넌트 및 제2 컴포넌트의 교번 패턴을 포함하는, 의료 기기 시스템.

청구항 11

제7항에 있어서, 상기 제어 시스템은 센서로부터 상기 모터의 위치선에 관한 정보를 수신하도록 더 구성되는, 의료 기기 시스템.

청구항 12

제7항에 있어서, 상기 제어 시스템은 상기 토크 출력이 상기 국소적으로 보상된 토크 한계를 초과한다는 판정에 응답하여 작동 불량률의 표시를 사용자 인터페이스에 출력하도록 더 구성되는, 의료 기기 시스템.

청구항 13

제7항에 있어서, 상기 모터는 스테이플러 클램핑 기구를 구동하는, 의료 기기 시스템.

청구항 14

제7항에 있어서, 상기 모터는 유니버설 조인트를 포함하는 구동 시스템에 연결되는, 의료 기기 시스템.

청구항 15

제7항에 있어서, 상기 모터 토크 한계는 상한 모터 토크 한계인, 의료 기기 시스템.

발명의 설명

기술 분야

관련 출원

이 특허출원은 2015년 3월 17일자로 출원된 "모터 토크 보상을 위한 시스템 및 방법(SYSTEMS AND METHODS FOR MOTOR TORQUE COMPENSATION)"이라는 명칭의 미국 정 특허출원 14/660,282의 우선권을 주장하며, 그 전체 내용이 여기에 참조된다.

기술분야

본 발명은 모터 토크 보상을 위한 시스템 및 방법에 관한 것이며, 보다 상세하게는 특정 모터에 대한 토크 출력 변동률 효율적으로 보상하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 전기 모터는 일반적으로 다양한 응용 분야에서 사용된다. 이러한 모터는 전류가 공급될 때 토크(또는 리니어 모터의 경우에는 힘)를 발생시키는 전기 기계이다. 전기 모터는 다양한 용도로 사용될 수 있다. 예를 들어, 원격 수술은 다양한 공간에서 의료 기기를 움직이는 매니플레이터 암의 사용을 포함한다. 매니플레이터 암의 단부에 위치하는 의료 기기는 전기 모터에 의해 구동될 수 있다. 예를 들어, 스테이플러 기기가 매니플레이터 암의 원위 단부에 부착될 수 있다. 매니플레이터 암의 근위측에 위치한 모터가 구동 샤프트 및 유니버설 조인트의 시스템을 통해 스테이플러에 연결될 수 있다. 이러한 시스템에 모터를 연결하는 것은 모터의 토크 출력이 토크 리플(torque ripple)을 나타내게 만드는 부하를 모터에 부과한다. 토크 리플은 토크 출력에 진동 성분(oscillation component)을 발생시킨다.

[0006] 센서 시스템은 예를 들어 스테이플러에 대한 최대 조직 두께를 수용하는 데 필요한 힘을 제공하도록 모터를 안전하고 효과적으로 작동시키기 위해 사용된다. 예를 들어, 센서 시스템은 토크 출력이 사전에 규정된 토크 한계를 초과하지 않는 것을 보장하기 위해 사용될 수 있다. 토크 리플이 발생할 때는, 사전에 규정된 최대 모터 토크 한계가 토크 출력의 진동 성분을 수용하도록 균일하게 변경될 수 있다. 하지만, 최대 모터 토크 한계를 균일하게 변경하는 것은 스테이플러가 통상적으로 수용할 수 있는 조직 두께를 변경시킨다. 최대 조직 두께를 수용하기 위해 스테이플러에 필요한 힘을 수용하면서 모터의 안전하고 효과적인 작동을 가능하게 해주는 시스템 및 방법이 요구된다. 종래의 시스템은 예를 들어 미국 공개특허공보 2014/0200596호 및 미국 공개특허공보 2007/0151389호에 개시되어 있다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 실시예들은 이후에 뒤따르는 청구범위에 의해 요약된다.

[0008] 하나의 예에 따라, 본 발명의 한 방법은 모터에 대한 토크 한계를 수신하는 단계; 상기 모터의 토크 출력을 모니터링하는 단계; 상기 토크 출력의 토크 리플의 진폭 및 위상을 결정하는 단계; 및 상기 모터에 대한 보상된 토크 한계로서, 상기 토크 한계에 위치하는 제1 컴포넌트 및 조정된 토크 한계에 위치하는 제2 컴포넌트를 포함하는 보상된 토크 한계를 결정하는 단계를 포함한다.

[0009] 하나의 예에 따라, 본 발명의 한 방법은 모터의 토크 출력을 모니터링하는 단계; 상기 모터에 대한 상한 토크 한계를 수신하는 단계; 토크 리플과 연관되어 있는 상기 토크 출력의 진동 성분을 결정하는 단계; 국소적으로 보상된 상한 토크 한계를 생성하기 위해 상기 결정된 진동 컴포넌트에 기초하여 상기 상한 토크 한계를 조정하는 단계; 및 상기 토크 출력을 상기 국소적으로 보상된 상한 토크 한계와 비교하는 단계를 포함한다.

[0010] 하나의 예에 따라, 한 의료 기기 시스템은 모터; 및 프로세서 및 메모리를 포함하는 제어 시스템을 포함하고 있고, 상기 메모리는 기계 판독 가능 명령어를 포함하고 있고, 상기 기계 판독 가능 명령어는 상기 프로세서에 의해 실행될 때 상기 제어 시스템이 모터의 토크 출력을 모니터링하고; 토크 리플과 연관되어 있는 상기 토크 출력의 진동 성분을 결정하고; 상한 토크 한계를 수신하고; 국소적으로 보상된 상한 토크 한계를 생성하기 위해 상기 진동 컴포넌트에 기초하여 상기 상한 토크 한계를 조정하고; 상기 토크 출력이 상기 국소적으로 보상된 상한 토크 한계를 초과한다는 판정에 응답하여 작동 불량률의 표시를 사용자 인터페이스에 출력하게 만든다.

[0011] 하나의 예에 따라, 한 의료 기기 시스템은 모터; 및 프로세서 및 메모리를 포함하는 제어 시스템을 포함하고 있고, 상기 메모리는 기계 판독 가능 명령어를 포함하고 있고, 상기 기계 판독 가능 명령어는 상기 프로세서에 의해 실행될 때 상기 제어 시스템이 모터에 대한 모터 토크 한계를 수신하고; 상기 모터의 토크 출력을 모니터링하고; 상기 토크 출력의 토크 리플의 진폭 및 위상을 결정하고; 상기 토크 리플에 기초하여 상기 모터에 대한 국소적으로 보상된 토크 한계를 결정하게 만든다.

도면의 간단한 설명

[0012] 발명의 양태들은 여기에 간단히 설명되는 첨부도면을 참조하는 하기 상세한 설명으로부터 가장 잘 이해될 것이다. 산업계의 표준적 관행에 따라, 다양한 세부형상부들은 비례적으로 도시되지 않았다는 것에 유의해야 한다. 실상, 다양한 세부형상부들의 치수는 설명의 명료함을 위해 임의적으로 증대되거나 축소될 수 있다. 또한, 본 명세서에서는 여러 실시예에서 참조부호 및/또는 문자를 반복사용할 수 있다. 이러한 반복사용은 간략함과 명료함을 위한 것으로, 그 자체로는 기술되는 여러 실시예들 및/또는 구성들 간의 관계를 지시하지는 않는다.

도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 원격조작 의료 시스템의 개략도이다.

도 1b는 다수의 실시예에 따른 원격조작 의료 시스템을 위한 외과의 제어 콘솔의 사시도이다.

도 1c는 다수의 실시예에 따른 원격조작 의료 시스템의 전자장치 카트의 사시도이다.

도 1d는 본원에 설명되는 원리의 일례에 따른 환자측 카트의 사시도이다.

도 2는 본원에 설명되는 원리의 일례에 따른, 모터에 의해 구동되는 의료 기기를 도시한 다이어그램이다.

도 3a는 본원에 설명되는 원리의 일례에 따른, 토크 한계에 대한 토크 출력을 도시한 그래프이다.

도 3b는 본원에 설명되는 원리의 일례에 따른, 하나의 예시적인 보상된 토크 한계를 도시한 다이어그램이다.

도 4는 본원에 설명되는 원리의 일례에 따른, 하나의 예시적인 보상된 토크 한계를 도시한 그래프이다.

도 5는 본원에 설명되는 원리의 일례에 따른, 하한 토크 한계에 대한 하나의 예시적인 보상된 토크 한계를 도시한 그래프이다.

도 6은 본원에 설명되는 원리의 일례에 따른, 토크 리플에 기초하여 토크 한계를 조정하기 위한 하나의 예시적인 방법을 도시한 플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 본 발명의 원리에 대한 이해를 돕기 위해, 도면들에 예시된 실시예들에 대한 참조가 이루어질 것이며, 특정 언어가 동일한 것을 설명하기 위해 사용될 것이다. 그렇지만, 본 발명의 범위를 제한하려는 것은 아니라는 것을 이해할 것이다. 본 발명의 양태들에 대한 이하의 상세한 설명에서, 개시되는 실시예들의 완전한 이해를 제공하기 위해 다수의 특정 세부 사항들이 설명된다. 하지만, 본 발명의 실시예들은 이러한 특정 세부 사항 없이 실시될 수 있다는 것이 당업자에게 명백할 것이다. 다른 경우에 있어서, 발명의 실시예들의 양태들을 불필요하게 흐리지 않기 위해 공지된 방법, 절차, 구성요소 및 회로들은 상세히 설명되지 않았다.
- [0014] 설명된 장치, 기기, 방법 및 본 발명의 원리의 임의의 추가적인 적용예에 대한 임의의 변경 및 추가적인 수정들이 본 발명이 관련된 당업자에게 통상적으로 발생될 것으로 충분히 고려된다. 특히, 하나의 실시예와 관련하여 설명된 특징, 구성요소 및/또는 단계들은 본 발명의 다른 실시예와 관련하여 설명된 특징, 구성요소 및/또는 단계들과 조합될 수 있다는 것이 충분히 고려된다. 또한, 여기에 제공된 치수는 특정예를 위한 것이며, 본 발명의 개념을 구현하기 위해 다른 크기, 치수 및/또는 비율이 이용될 수 있는 것으로 고려된다. 불필요한 기술의 반복을 피하기 위해, 하나의 예시적인 실시예에 따라 설명된 하나 이상의 구성요소 또는 동작은 다른 예시적인 실시예에서 적용 가능한 것으로 사용되거나 생략될 수 있다. 간결함을 위해, 이러한 조합들의 다수의 반복은 별도로 설명되지 않을 것이다. 단순함을 위해, 경우에 따라서는 동일한 참조 번호가 전체 도면에 걸쳐 동일하거나 유사한 부분을 나타도록 사용된다.
- [0015] 전술한 바와 같이, 모터에 부과되는 부하는 임의의 진동을 보상하기 위해 모터의 토크 출력이 토크 리플을 나타내게 만들 수 있다. 통상적으로, 사전에 규정된 최대 모터 토크 한계가 토크 출력의 진동 컴포넌트를 수용하기 위해 변경된다. 하지만, 최대 모터 토크 한계를 변경하면 모터에 의해 동력을 공급받는 기기의 유효성이 변경된다. 예를 들어, 최대 모터 토크 한계를 낮추면 스테이플러가 수용할 수 있는 조직 두께를 감소시킨다. 본원에 설명되는 원리에 따르면, 동적 적응형 토크 한계(dynamic adaptive torque limit)가 사용된다. 이러한 토크 한계는 실시간으로 토크 리플을 보상한다. 구체적으로, 모터의 특정 작동에 대한 토크 한계가 수신된다. 모터의 작동 중에, 토크 리플의 특성값이 실시간으로 결정된다. 보다 상세하게 설명될 바와 같이, 토크 리플은 다양한 인자에 기초하여 실시간으로 변동될 수 있다. 토크 리플과 관련된 취득된 정보를 사용하여, 수신된 토크 한계가 실시간으로 조정되어 동적 토크 한계(dynamic torque limit)를 생성한다. 동적 토크 한계는 토크 한계가 토크 출력에 있어서의 진동을 보상하기 위해 동적으로 조정되기 때문에 보상된 토크 한계(compensated torque limit)라고도 지칭될 수 있다. 따라서 동적 토크 한계는 원래 수신된 토크 한계 대신 사용된다. 모터의 토크 출력이 동적 토크 한계를 초과하면, 제어 시스템이 응답할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템은 모터에 의해 구동되는 기기의 오퍼레이터에게 작동 불량이 발생했을 수 있다는 것을 경고할 수 있다.
- [0016] 이러한 동적 토크 한계의 사용은 다양한 상황에서 유리할 수 있다. 하나의 예로, 원격 수술 시스템용 스테이플러 기기가 모터에 의해 구동될 수 있다. 스테이플러 기구의 특정 동작에 대해, 모터의 토크 출력에 대한 한계가 존재할 수 있다. 이러한 한계에 도달하면, 이는 동작이 정확하게 수행되지 않았다는 것을 또는 조직 두께를 제어하기 위해 출력 토크가 보정된 한계를 초과해서는 안된다는 것을 지시할 수 있다. 따라서, 원격 수술 시스템은 사용자에게 가능한 작동 불량을 경고하도록 구성될 수 있다. 하지만, 스테이플러 기기를 구동하는 모터가

계게 되는 토크 리플로 인해, 이러한 경고가 불필요하게 트리거(trigger)될 수 있다. 본원에 설명되는 동적 한계를 사용하면 이러한 경고를 방지할 수 있다. 동적 토크 한계와 관련하여 본원에 설명되는 원리는 원격 수술 시스템용 스테이플러 기기와 관련하여 설명된다. 하지만, 이러한 동적 토크 한계는 기계 시스템을 구동하는 모터의 토크 출력을 모니터링하는 것을 포함하는 다른 상황에서 사용될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0017] 도면 중의 도 1a를 참조하면, 예를 들어 진단, 치료 또는 수술 절차를 포함하는 의료 절차에 사용하기 위한 원격조작 의료 시스템이 대체로 참조 번호 10으로 지시되어 있다. 설명될 바와 같이, 이 개시의 원격조작 의료 시스템은 외과의의 원격조작 제어하에 있다. 대체 실시예에 있어서는, 원격조작 의료 시스템은 절차 또는 하위 절차를 실행하도록 프로그램된 컴퓨터의 부분 제어하에 있을 수 있다. 또 다른 대체 실시예에 있어서는, 절차 또는 하위 절차를 실행하도록 프로그램된 컴퓨터의 완전한 제어하의 완전 자동화된 의료 시스템이 절차 또는 하위 절차를 실행하는 데 사용될 수 있다. 도 1a에 도시된 바와 같이, 원격조작 의료 시스템(10)은 대체로 환자(P)가 위치되는 수술대(O)에 또는 그 부근에 장착되는 원격조작 어셈블리(12)를 포함한다. 원격조작 어셈블리(12)는 환자측 카트로 불러질 수 있다. 의료 기기 시스템(14)이 원격조작 어셈블리(12)에 작동 가능하게 연결된다. 오퍼레이터 입력 시스템(16)이 외과의 또는 다른 유형의 임상의(S)가 수술 부위의 또는 수술 부위를 나타내는 영상을 보고 의료 기기 시스템(14)의 작동을 제어하는 것을 가능하게 해준다.

[0018] 오퍼레이터 입력 시스템(16)은 일반적으로 수술대(O)와 동일한 방에 위치하는 외과의 콘솔에 배치될 수 있다. 하지만, 외과의(S)는 환자(P)와 다른 방 또는 완전히 다른 건물에 위치할 수 있음을 이해해야 한다. 오퍼레이터 입력 시스템(16)은 대체로 의료 기기 시스템(14)을 제어하기 위한 하나 이상의 제어 장치를 포함한다. 제어 장치는 핸드 그룹, 조이스틱, 트랙볼, 데이터 글러브, 트리거 건, 수동식 매니퓰레이터, 음성 인식 장치, 터치 스크린, 바디 모션 센서 또는 프레즌스 센서(presence sensor) 등과 같은 임의의 수의 다양한 입력 장치 중의 하나 이상을 포함할 수 있다. 일부 실시예에 있어서, 제어 장치는 외과의가 마치 수술 현장에 있는 것처럼 직접적으로 기구를 제어한다는 강한 느낌을 가지도록 원격현장감(telepresence) 즉 제어 장치가 기구와 일체라는 지각을 외과의에게 제공하기 위해 원격조작 어셈블리의 의료 기기와 동일한 자유도가 제공될 것이다. 다른 실시예에 있어서, 제어 장치는 연관된 의료 기기보다 더 많거나 더 적은 자유도를 가지면서 여전히 외과의에게 원격현장감을 제공할 수 있다. 일부 실시예에 있어서, 제어 장치는 6 자유도로 움직이는 수동식 입력 장치이고, 또한 기기를 작동시키기 위한(예를 들어, 파지 조를 오픈시키기 위한, 전극에 전위를 인가하기 위한, 의학적 치료를 제공하기 위한 등) 작동 가능한 핸들을 포함할 수 있다.

[0019] 외과의(S)가 콘솔(16)을 통해 수술 부위를 보면서, 원격조작 어셈블리(12)는 의료 기기 시스템(14)을 지지 및 조작한다. 수술 부위의 영상은 내시경(15)을 배향시키도록 원격조작 어셈블리(12)에 의해 조작될 수 있는 입체 내시경과 같은 내시경(15)에 의해 취득될 수 있다. 외과의 콘솔(16)을 통한 외과의(S)에게로의 후속적인 디스플레이를 위해 수술 부위의 영상을 처리하도록 전자장치 카트(18)가 사용될 수 있다. 한 번에 사용되는 의료 기기 시스템(14)의 수는 대체로 무엇보다 진단 또는 수술 절차 및 수술실 내의 공간 제약에 따라 달라질 수 있다. 원격조작 어셈블리(12)는 하나 이상의 논서보(non-servo) 제어식 링크(예를 들어, 수동식으로 포지셔닝되고 정위치에 잠금될 수 있는, 일반적으로 셋업 구조체(set-up structure)로 불리는 하나 이상의 링크)로 이루어지는 기구학적 구조체 및 원격조작 매니퓰레이터를 포함할 수 있다. 원격조작 어셈블리(12)는 의료 기기 시스템(14) 상의 입력부를 구동하는 복수의 모터를 포함한다. 이러한 모터는 제어 시스템(예컨대, 제어 시스템(20))의 명령에 응답하여 작동한다. 모터는 의료 기기 시스템(14)에 연결되었을 때 의료 기기를 자연적으로 또는 수술적으로 생성된 해부학적 인체 구멍 내로 전진시킬 수 있는 구동 시스템을 포함한다. 다른 모터 작동식 구동 시스템은 3개의 선형 운동 자유도(예컨대, X, Y, Z 카테시안 축을 따른 선형 운동) 및 3개의 회전 운동 자유도(예컨대, X, Y, Z 카테시안 축을 중심으로 한 회전)를 포함할 수 있는 다중 자유도로 수술 기기의 원위 단부를 이동시킬 수 있다. 또한, 모터는 생검 장치 등의 조로 조직을 파지하기 위해 기기의 관절운동 가능한 엔드 이펙터를 작동시키는 데 사용될 수 있다.

[0020] 원격조작 의료 시스템(10)은 또한 제어 시스템(20)을 포함한다. 제어 시스템(20)은 적어도 하나의 메모리 및 의료 기기 시스템(14), 오퍼레이터 입력 시스템(16), 전자장치 시스템(18) 사이의 제어를 실행하기 위한 적어도 하나의 프로세서(도시 생략)(일반적으로 복수의 프로세서)를 포함한다. 제어 시스템(20)은 또한 본원에 개시된 양태들에 따라 기술되는 방법들 중 일부 또는 전부를 구현하기 위한 프로그램된 명령어(예를 들어, 명령어를 저장하는 컴퓨터 판독 가능 매체)를 포함한다. 제어 시스템(20)이 도 1a의 단순화된 개략도에서는 단일 블록으로 도시되어 있지만, 이 시스템은 처리의 한쪽 부분은 선택적으로 원격조작 어셈블리(12)에서 또는 그 부근에서 실행되고, 처리의 또 다른 부분은 오퍼레이터 입력 시스템(16)에서 실행되는 등으로 2개 이상의 데이터 처리 회로를 포함할 수 있다. 광범위한 중앙 집중형 또는 분산형 데이터 처리 아키텍처 중의 임의의 것이 채용될 수 있다.

다. 마찬가지로, 프로그램된 명령어는 다수의 개별 프로그램 또는 서브루틴으로 구현될 수 있으며, 또는 여기에 설명되는 다수의 다른 양태의 원격조작 시스템 내에 통합될 수 있다. 하나의 실시예에 있어서, 제어 시스템(20)은 블루투스, IrDA, HomeRF, IEEE 802.11, DECT 및 와이어리스 텔레메트리(Wireless Telemetry)와 같은 무선 통신 프로토콜을 지원한다.

[0021] 일부 실시예에 있어서, 제어 시스템(20)은 의료 기기 시스템(14)으로부터 힘 및/또는 토크 피드백을 수신하는 하나 이상의 서보 컨트롤러를 포함할 수 있다. 피드백에 응답하여, 서보 컨트롤러는 오퍼레이터 입력 시스템(16)에 신호를 전송한다. 서보 컨트롤러는 또한 신체 개구부를 통해 환자 신체 내의 내부 수술 부위 내로 신장되는 의료 기기 시스템(14)을 이동시키도록 원격조작 어셈블리(12)에 지시하는 신호를 전송할 수 있다. 임의의 적합한 통상적인 또는 특수한 서보 컨트롤러가 사용될 수 있다. 서보 컨트롤러는 원격조작 어셈블리(12)에 대해 독립적이거나 원격조작 어셈블리(12)와 통합될 수 있다. 일부 실시예에 있어서, 서보 컨트롤러 및 원격조작 어셈블리는 환자의 신체에 인접하여 포지셔닝되는 원격조작 암 카트의 일부로서 제공된다.

[0022] 원격조작 의료 시스템(10)은 또한 조명 시스템, 조향 제어 시스템, 관주 시스템 및/또는 흡입 시스템과 같은 선택적 작동 및 지원 시스템(도시되지 않음)을 포함할 수 있다. 대체 실시예에 있어서, 원격조작 시스템은 2개 이상의 원격조작 어셈블리 및/또는 2개 이상의 오퍼레이터 입력 시스템을 포함할 수 있다. 매니플레이터 어셈블리의 정확한 개수는 무엇보다도 수술 절차 및 수술실 내의 공간 제약에 따라 달라질 것이다. 오퍼레이터 입력 시스템들은 함께 배치되거나 독립된 위치들에 배치될 수 있다. 다중의 오퍼레이터 입력 시스템들은 2명 이상의 오퍼레이터가 하나 이상의 매니플레이터 어셈블리를 다양한 조합으로 제어하는 것을 가능하게 해준다.

[0023] 도 1b는 외과의 콘솔(16)의 사시도이다. 외과의 콘솔(16)은 외과의(S)에게 심도 지각을 가능하게 해주는 수술 부위의 통합 입체 뷰(coordinated stereo view)를 제공하기 위한 좌안 디스플레이(32) 및 우안 디스플레이(34)를 포함한다. 콘솔(16)은 또한 결과적으로 원격조작 어셈블리(12)가 하나 이상의 툴을 조작하게 만드는 하나 이상의 입력 제어 장치(36)를 포함한다. 입력 제어 장치(36)는 외과의(S)가 기기(14)를 직접 제어한다는 강한 느낌을 가지도록 원격현장감 즉 입력 제어 장치(36)가 기구와 일체라는 지각을 제공하기 위해 연관된 기기(14)와 동일한 자유도를 제공할 수 있다. 이를 위해, 기기(14)로부터의 포지션, 힘 및 촉각 감각을 입력 제어 장치(36)를 통해 외과의의 손으로 다시 전달하기 위해, 포지션, 힘 및 촉각 피드백 센서(도시되지 않음)가 채용될 수 있다.

[0024] 도 1c는 전자장치 카트(18)의 사시도이다. 전자장치 카트(18)는 내시경(15)과 연결될 수 있고, 촬영된 영상을 외과의 콘솔 상에서의 외과의에게로 또는 지역적으로 및/또는 원격적으로 위치된 또 다른 적합한 디스플레이 상에서의 후속적인 화면표시를 위해 처리하기 위한 프로세서를 포함할 수 있다. 예를 들어, 예컨대, 입체 내시경이 사용되는 경우, 전자장치 카트(18)는 외과의에게 수술 부위의 통합된 입체 영상(coordinated stereo image)을 제공하도록 촬영된 영상을 처리할 수 있다. 이러한 통합(coordination)은 양쪽 영상들 간의 정렬을 포함할 수 있고, 입체 내시경의 입체 작동 거리를 조정하는 것을 포함할 수 있다. 또 다른 예로서, 영상 처리는 광학 수차와 같은 영상 촬영 장치의 촬영 오차를 보정하기 위한 사전에 결정된 카메라 보정 파라미터의 이용을 포함할 수 있다. 전자장치 카트(18)는 또한 디스플레이 모니터 및 제어 시스템(20)의 컴포넌트를 포함할 수 있다.

[0025] 도 1d는 환자측 카트로 지칭될 수 있는 원격조작 어셈블리(12)의 사시도이다. 도시된 환자측 카트(22)는 3개의 수술 툴(26) 및 수술 부위의 영상의 촬영에 사용되는 입체 내시경과 같은 촬영 장치(28)의 조작을 제공한다. 촬영 장치는 케이블(56)을 통해 전자장치 카트(18)로 신호를 전송할 수 있다. 조작은 다수의 조인트를 가진 원격조작 기구에 의해 제공된다. 촬영 장치(28) 및 수술 툴(26)은 기구학적 원격 중심이 절개부의 크기를 최소화하도록 절개부에 유지되도록 환자의 절개부를 통해 포지셔닝되어 조작될 수 있다. 수술 부위의 영상은 수술 툴(26)의 원위 단부가 촬영 장치(28)의 시계 내에 포지셔닝될 때 수술 툴(26)의 원위 단부의 영상을 포함할 수 있다.

[0026] 환자측 카트(22)는 구동 가능한 베이스(58)를 포함한다. 구동 가능한 베이스(58)는 암(54)의 높이의 조정을 가능하게 해주는 텔레스코핑 칼럼(57)에 연결된다. 암(54)은 회전도 하고 상하 이동도 하는 회전 조인트(55)를 포함할 수 있다. 각각의 암(54)은 배향 플랫폼(53)에 연결될 수 있다. 배향 플랫폼(53)은 360도 회전할 수 있다. 환자측 카트(22)는 또한 배향 플랫폼(53)을 수평 방향으로 이동시키기 위한 텔레스코핑 수평 캔틸레버(52)를 포함할 수 있다.

[0027] 본 예에서, 각각의 암(54)은 매니플레이터 암(51)에 연결된다. 매니플레이터 암(51)은 의료 기기(26)에 직접 연결될 수 있다. 매니플레이터 암(51)은 원격조작 가능할 수 있다. 일부 예에 있어서, 배향 플랫폼에 연결되

는 암(54)은 원격조작이 불가능하다. 대신, 그러한 암(54)은 외과의(S)가 원격조작 컴포넌트로 수술을 시작하기 전에 원하는 대로 포지셔닝된다.

[0028] 도 2는 모터(210)에 의해 구동되는 의료 기기(220)를 포함하는 시스템(200)을 도시한 다이어그램이다. 본 예에 따르면, 시스템(200)은 제어 시스템(202), 센서(208) 및 모터(210)를 갖는 샤프트(224)를 포함한다. 시스템(200)은 또한 구동 시스템(214)을 포함하는 매니플레이터 암(212)을 포함한다. 구동 시스템(214)은 구동 샤프트(216) 및 유니버설 조인트(218)를 포함한다. 구동 시스템(214)은 모터(210)를 스테이플러 기기(220)에 연결한다.

[0029] 스테이플러 기기(220)는 조직을 함께 스테이플링(stapling)하기 위해 사용될 수 있다. 스테이플러 기기(220)는 스테이플러가 조직의 두 부분을 함께 스테이플링하기 전에 조직의 두 부분을 함께 클램핑하는 클램핑 기구(222)를 포함한다. 따라서, 이러한 스테이플러 기기(220)는 2가지 주요 동작을 포함한다. 제1 동작은 클램핑 기구(222)가 스테이플링될 조직을 클램핑하는 클램핑 동작이다. 제2 동작은 스테이플러가 클램프된 조직에 삽입되는 스테이플링 동작이다. 이러한 스테이플러의 다양한 실시예가 미국 특허 출원 제 14/154,075 호(2014년 1월 13일 출원)("토크 보상(Torque Compensation)"을 개시); 미국 특허 출원 제 14/154,067 호(2014년 1월 13일 출원)("클램핑 기기(Clamping Instrument)"를 개시); 및 미국 특허 출원 제 14/154,487 호(2014년 1월 13일 출원)("모터 어셈블리(Motor Assembly)"를 개시)에 설명되어 있으며, 그들의 전체 개시사항이 여기에 참조된다.

[0030] 본 예에서, 모터(210)는 클램핑 기구(222)를 구동한다. 더 구체적으로는, 모터(210)의 회전이 클램핑 기구(222)가 클램핑 동작을 실행하게 만든다. 모터(210)에 의해 제공되는, 토크로 지칭되는 회전력은 구동 시스템(214)을 통해 스테이플러 기기(220)로 전달된다. 스테이플러 기기는 모터에 의해 제공된 회전력을 클램핑 기구(222)에 의해 적용되는 선형력(linear force)으로 변환시키는 리드스크루와 같은 기구를 포함할 수 있다.

[0031] 구동 시스템(214)은 매니플레이터 암(212) 내에 배치되는 구동 샤프트(216) 및 유니버설 조인트(218) 세트를 포함한다. 모터(210)는 제1 구동 샤프트(216-1)에 연결된다. 따라서, 모터(210)의 회전은 제1 구동 샤프트(216-1)의 회전을 일으킨다. 제1 구동 샤프트(216-1)는 제1 유니버설 조인트(218-1)를 통해 제2 구동 샤프트(216-2)에 연결된다. 따라서, 제1 유니버설 조인트(218-1)는 제1 구동 샤프트(216-1)의 회전 운동을 제2 구동 샤프트(216-2)로 전달한다. 제2 구동 샤프트(216-2)는 제2 유니버설 조인트(218-2)를 통해 제3 구동 샤프트(216-3)에 연결된다. 따라서, 제2 유니버설 조인트(218-2)는 제2 구동 샤프트(216-2)의 회전 운동을 제3 구동 샤프트(216-3)로 전달한다. 제3 구동 샤프트(216-3)는 스테이플러 기기(220)의 클램핑 기구(222)에 연결된다.

[0032] 유니버설 조인트를 사용할 때, 인접하는 2개의 구동 샤프트 사이의 각도는 입력 샤프트의 일정한 회전 속도에도 불구하고 출력 구동 샤프트가 다른 속도로 회전하게 만든다. 예를 들어, 제1 구동 샤프트(216-1)의 일정한 회전은 제2 구동 샤프트(216-2)의 다른 회전을 일으킨다. 마찬가지로, 제3 구동 샤프트(216-3)의 회전 또한 제2 구동 샤프트(216-2)와 제3 구동 샤프트(216-3) 사이의 각도로 인해 변경된다. 따라서, 구동 시스템(214)은 모터(210)에 연결될 때 토크 리플을 일으키는 부하를 모터(210)에 부과한다. 토크 리플은 토크 출력에 진동 컴포넌트(oscillation component)를 발생시킨다.

[0033] 제어 시스템(202)은 모터(210)를 제어하고, 모터(210)의 토크 출력이 사전에 규정된 한계를 초과하지 않도록 보장하기 위해 사용된다. 예를 들어, 토크 출력이 이러한 한계를 초과하면, 클램핑 동작이 정확하게 수행되지 않았음을 지시할 수 있다. 제어 시스템(202)은 모터(210)의 토크 출력을 측정하는 센서(208)로부터 데이터를 수신한다. 제어 시스템(202)은 그런 다음 측정된 토크 출력을 토크 한계와 비교한다. 본원에 설명되는 원리들에 따라, 제어 시스템(202)은 토크 출력의 토크 리플 또는 진동 컴포넌트를 결정한다. 실시간으로, 제어 시스템(202)은 동적 토크 한계(dynamic torque limit)를 생성하도록 토크 한계를 조정한다. 제어 시스템(202)은 그런 다음 토크 출력을 동적 토크 한계와 비교할 수 있다. 이렇게 하는 것이 토크 출력이 수용 가능한지에 대한 보다 정확한 판정을 제공하고, 컨트롤러가 토크 한계의 베이스 컴포넌트(base component)를 제어하면서 진동을 보상하는 것을 가능하게 해준다.

[0034] 제어 시스템(202)은 프로세서(204) 및 메모리(206)를 포함한다. 메모리는 휘발성 메모리(예를 들어, 랜덤 액세스 메모리(RAM)) 및 비휘발성 메모리(예를 들어, 솔리드 스테이트 스토리지(solid state storage))를 포함하는 다양한 유형의 메모리를 포함할 수 있다. 메모리(206)는 프로세서(204)에 의해 실행될 때 제어 시스템(202)이 여기에 설명되는 기능들을 포함한 다양한 기능을 수행하게 만드는 컴퓨터 판독 가능 명령어를 저장할 수 있다. 메모리(206)는 또한 토크 출력, 토크 한계, 동적 토크 한계 및 다른 데이터 포인트(data point)를 나타내는 데이터를 저장할 수 있다.

- [0035] 도 2는 모두가 동일한 새시(224) 내에 있는 제어 시스템(202), 센서(208) 및 모터(210)를 도시하고 있지만, 다른 실시예는 다르게 구성될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에 있어서, 제어 시스템(202)은 센서(208)와 여전히 통신 중이지만 다른 곳에 위치될 수 있다. 또한, 도 2는 이중 유니버설 조인트 구동 시스템(214)을 도시하고 있지만, 다른 실시예는 단일 유니버설 조인트 구동 시스템 또는 3개 이상의 유니버설 조인트를 갖는 구동 시스템을 가질 수 있다.
- [0036] 도 3a는 모터(예를 들어, 도 2의 모터(210))의 토크 출력(310)을 도시한 그래프(300)이다. 본 예에 따르면, 수직축(302)은 모터 토크를 나타내고, 수평축(314)은 시간을 나타낸다. 그래프(300)는 목표 토크(306), 상한 토크 한계(304) 및 하한 토크 한계(312)를 도시한다.
- [0037] 목표 토크(306)는 특정 동작을 실행하기 위해 희망되는 토크 레벨을 나타낸다. 예를 들어, 클램핑 동작을 정확하게 수행하기 위해, 모터의 토크 출력(310)이 특정 토크 레벨에 도달해야 한다는 것을 알 수 있을 것이다. 이 토크 레벨은 목표 토크(306)로 정의된다. 일부 예에 있어서, 목표 토크(306)는 토크 레벨의 범위로서 정의될 수 있을 것이다.
- [0038] 상한 토크 한계(304)는 도달될 경우 동작이 정확하게 수행되지 않았다는 것을 지시할 수 있는 토크 레벨을 나타낸다. 다시 말해, 토크 출력(310)이 그러한 레벨을 초과하면, 그것은 조직이 클램핑 기구 내에 원하는 대로 클램핑되지 않았다는 표시일 수 있다. 이는 조직이 클램핑 기구 내에 적절하게 클램핑되지 않으면 스테이플링 동작이 수행되어서는 안되기 때문에 스테이플러의 오퍼레이터가 아는 것이 중요할 수 있다. 하한 토크 한계(312)가 유사한 기능을 수행할 수 있다.
- [0039] 모터 토크 출력(310)은 베이스 컴포넌트(base component)(308) 및 토크 출력(310)과 베이스 컴포넌트(308) 사이의 차이인 진동 컴포넌트(oscillation component)를 포함한다. 베이스 컴포넌트(308)는 전기 신호의 직류(DC) 컴포넌트와 유사하다. 진동 컴포넌트는 전기 신호의 교류(AC) 컴포넌트와 유사하다. 진동 컴포넌트는 모터가 겪게 되는 토크 리플에 의해 유발된다. 전술한 바와 같이, 구동 시스템에 의해 모터에 부과되는 부하가 토크 리플을 유발할 수 있다. 또한, 구동 시스템이 포지션을 변경할 때, 토크 리플이 영향을 받을 것이다. 특히, 매니퓰레이터 암이 움직일 때, 구동 샤프트들이 만나는 각도가 변경된다. 토크 리플은 구동 샤프트들이 만나는 각도에 영향을 받으므로, 토크 리플은 그 각도가 변경될 때 변경될 것이다.
- [0040] 모터가 겪는 토크 리플은 자체로 여러 컴포넌트를 가질 수 있다. 토크 리플은 또한 토크 고조파(torque harmonics)로 분해될 수 있다. 예를 들어, 일부 토크 출력은 1x 토크 고조파, 2x 토크 고조파 및 4x 토크 고조파의 조합을 나타낼 수 있다. 토크 고조파는 모터의 기계적 회전수의 역수의 정수배인 공간 주파수의 토크 출력의 편차를 나타낸다. 예를 들어, 1x 토크 고조파는 로터 회전의 1 주기에 걸친 단일 사인파처럼 보일 수 있다. 2x 토크 고조파는 로터 회전의 1 주기에 걸친 2개의 완전한 사인파처럼 보일 수 있다.
- [0041] 베이스 컴포넌트(308)는 상한 토크 한계(304)를 초과하지 않으면서 목표 토크에 접근하는 것이 바람직하다. 하지만, 토크 리플에 의해 유발되는 진동 컴포넌트를 가지는 경우, 토크 출력(310)이 토크 한계(304)를 초과하는 시점(316, 318)이 존재할 수 있다. 본원에 설명되는 원리에 따르면, 이 문제는 진동 컴포넌트를 처리하기 위해 토크 한계(304)를 국소적으로 변경시킴으로써 완화된다. 전체 토크 한계를 균일하게 상향 조정하는 것보다는, 한정된 지속기간에 대한 국소적으로 변경된 토크 한계가 목표 토크가 피구동 기기에 최대 작동력을, 예컨대 최대량의 조직을 클램핑하는 데 필요한 힘을 제공하기 위해 필요한 레벨로 유지되는 것을 가능하게 해준다.
- [0042] 도 3b는 동적 토크 한계(326)를 나타내는 그래프(330)이다. 본 예에 따르면, 토크 한계(304)는 동적 토크 한계(326)를 생성하도록 조정된다. 이는 주기, 위상 및 진폭(320)과 같은 진동 컴포넌트의 특성값을 결정함으로써 수행될 수 있다. 그런 다음, 토크 한계(304)는 이들 특성값에 기초하여 국소적으로 조정되어 동적 토크 한계(326)를 생성할 수 있다. 예를 들어, 진동의 주기의 일부분(예를 들어, 진동 진폭이 베이스 컴포넌트보다 큰 부분)에 대해 진동의 변동 진폭이 토크 한계에 추가될 수 있다. 대안적으로, 진동의 주기의 일부분에 대해 진폭의 소정의 퍼센티지가 토크 한계에 추가될 수 있다. 대안적으로, 진동의 주기의 일부분에 대해 진동의 피크 진폭이 토크 한계에 추가될 수 있다. 도 3b의 실시예에 있어서는 동적 토크 한계가 단절형 사인 곡선 프로파일(clipped sinusoidal profile)을 가지지만, 진동 컴포넌트의 주기, 위상 및/또는 진폭에 기초한 토크 한계의 국소적 변화를 제공하는 다른 프로파일이 동적 토크 한계로서 사용될 수 있을 것이다.
- [0043] 도 3b의 예에 있어서, 동적 상한 토크 한계(326)는 단절형 사인파로서 나타난다. 구체적으로, 동적 토크 한계는 2가지 유형의 컴포넌트를 가진다. 제1 지속기간 컴포넌트(322) 동안에는, 토크 한계는 원래의 토크 한계(304)와 일치한다. 하지만, 제2 지속기간 컴포넌트(324) 동안에는, 토크 한계는 토크 출력(310)의 검출된 진동

컴포넌트에 기초하여 증가된다. 따라서, 시점(316 및 318)에서, 토크 출력(310)은 원래의 토크 한계(304)를 초과하더라도, 동적 토크 한계(326)를 초과하지 않는다. 따라서, 시스템은 진동을 처리할 수 있는 동안에 토크 출력의 관련 부분(즉, 베이스 컴포넌트(408))이 토크 한계(304)를 초과했다고 잘못 지시하지 않는다. 다양한 실시예에서, 동적 하한 토크 한계가 진동 컴포넌트에 기초하여 하한 토크 한계(312)를 조정함으로써 결정될 수 있다.

[0044] 도 4는 하나의 예시적인 완전한 사인 곡선 동적 토크 한계(412)를 도시하는 그래프(400)이다. 다시, 수직축(402)은 모터 토크를 나타내고, 수평축(414)은 시간을 나타낸다. 모터의 토크 출력(410)은 베이스 컴포넌트(408) 및 진동 컴포넌트를 포함한다. 그래프(400)는 목표 토크(406) 및 토크 한계(404)를 예시하고 있다.

[0045] 이 예에서, 동적 토크 한계(412)는 토크 출력(410)의 진동 컴포넌트를 원래의 토크 한계(404)에 부가함으로써 생성될 수 있다. 따라서, 동적 토크 한계(412)는 토크 출력(410)의 진동 컴포넌트와 정합하는 사인파로서 나타난다. 진동의 전체 주기에 걸쳐 동적 토크 한계를 제공하는 것이 특정 적용처에 유용할 수 있다. 예를 들어, 진동 컴포넌트의 낮은 부분과 일치하는 시점(416)에서 모터 토크(410)의 베이스 컴포넌트(408)에 스파이크(spike)가 발생할 수 있다. 이는 베이스 컴포넌트(408)가 토크 한계(404)를 초과하더라도 토크 출력(410)이 토크 한계(404)를 초과하지 않게 만들 수 있다. 이 경우 시스템은 오퍼레이터에게 클램핑 동작이 실패했을 수 있다고 경고해야 하지만, 시스템은 그렇게 하지 않는다. 토크 출력(410)은 동적 토크 한계(412)를 초과한다. 하지만, 경고를 동적 토크 한계(412)에 기초하면, 토크 출력의 관련 부분(즉, 베이스 컴포넌트)이 토크 한계(404)를 초과하는 것을 적절하게 지시할 것이다.

[0046] 토크 출력(410)의 진동 컴포넌트에 대한 보상은 제어 시스템(예를 들어, 도 2의 202)에 의해 다양한 방식으로 수행될 수 있다. 제어 시스템은 토크 출력(410)의 디지털 표현 및 토크 한계(404)의 디지털 표현을 저장한다. 특정 시점에서 토크 출력(410)의 값이 토크 한계(404)의 값을 초과하면, 시스템은 그에 따라 오퍼레이터에게 경고할 수 있다. 하지만, 상술한 바와 같이 토크 한계(404)를 조정함으로써, 제어 시스템은 근본적으로 토크 출력(410)의 값과 토크 한계(404)의 값 사이의 수학적 차이를 조정한다. 구체적으로는, 토크 한계의 값에 진동 컴포넌트의 값 또는 부분 값을 부가함으로써, 동적 토크 한계(412)가 생성된다. 하지만, 일부 예에 있어서는, 토크 한계(404)에 진동 컴포넌트의 값을 부가하는 대신에, 제어 시스템은 토크 출력(410)의 디지털 표현으로부터 진동 컴포넌트를 감산함으로써 동일한 기능을 수행할 수 있다. 그에 따라, 실제 토크 출력(410)은 여전히 진동 컴포넌트를 나타내지만, 토크 출력(410)의 디지털 표현은 그렇지 않다. 따라서, 토크 출력(410)의 디지털 표현으로부터 진동 컴포넌트를 감산하는 것은 토크 한계(404)에 진동 컴포넌트를 부가하여 동적 토크 한계(412)를 생성하는 것과 동일한 방식으로 토크 출력(410)과 토크 한계(404) 사이의 수학적 차이를 조정한다.

[0047] 도 5는 하한 토크 한계(512)에 대한 하나의 예시적인 동적 토크 한계(510)를 도시하는 그래프(500)이다. 다시, 수직축(502)은 모터 토크를 나타내고, 수평축(504)은 시간을 나타낸다. 모터의 토크 출력(508)은 베이스 컴포넌트(506) 및 진동 컴포넌트를 포함한다. 경우에 따라, 토크 출력이 특정 레벨 아래로 떨어지지 않는 것을 보장하는 것이 바람직할 수 있다. 따라서, 하한 토크 한계(512)가 도 3a, 3b 및 4에 도시된 바와 같은 상한 토크 한계 대신 사용될 수 있다. 상한 토크 한계와 마찬가지로, 제어 시스템은 토크 출력(508)의 진동 컴포넌트를 결정하고, 진동 컴포넌트와 관련된 정보를 사용하여 조정된 하한 토크 한계(510)를 생성한다. 따라서, 토크 출력(508)은 토크 리플로 인해 하한 토크 한계(512) 아래로 떨어질 수 있지만, 토크 출력은 동적 하한 토크 한계(510) 아래로 떨어지지 않는다.

[0048] 도 6은 토크 리플에 기초하여 토크 한계를 조정하기 위한 하나의 예시적인 방법(600)을 도시하는 플로우차트이다. 본 예에 따르면, 방법(600)은 모터에 대한 모터 토크 한계를 수신하는 단계(602)를 포함한다. 전술한 바와 같이, 제어 시스템은 스테이플러 기기의 클램핑 동작과 같은 특정 유형의 동작에 대한 토크 한계를 수신할 수 있다. 토크 한계는 도달할 경우 클램핑 동작이 성공적으로 수행되지 않았음을 지시할 수 있는 알려진 토크 레벨에 기초한다.

[0049] 방법(600)은 또한 모터의 토크 출력을 모니터링하는 단계(604)를 포함한다. 이는 모터에 연결된 센서를 사용하여 수행될 수 있다. 전술한 바와 같이, 토크 출력은 베이스 컴포넌트 및 토크 리플과 연관된 진동 컴포넌트를 포함한다. 토크 리플은 부분적으로 모터에 부착된 부하에 의해 유발될 수 있다. 특히, 모터를 클램핑 기구에 연결하는 하나 이상의 유니버설 조인트의 시스템이 존재할 수 있다. 토크 리플은 이러한 유니버설 조인트의 포지션의 변화에 의해 영향을 받을 것이다. 따라서, 토크 출력은 실시간으로 모니터링된다.

[0050] 방법(600)은 또한 토크 출력의 토크 리플의 진폭 및 위상을 결정하는 단계(606)를 포함한다. 다시 말해, 토크 출력의 진동 컴포넌트의 특성값이 결정된다. 이러한 특성값은 구동 샤프트 및 유니버설 조인트를 수반하는 매

니플레이터 암이 포지션을 변경함에 따라 실시간으로 변동될 것이다. 따라서, 진동 컴포넌트의 진폭 및 위상을 결정하는 것은 실시간으로 수행된다.

[0051] 방법(600)은 또한 모터에 대한 동적 토크 한계를 결정하는 단계(608)를 포함한다. 이는 전술한 바와 같이 다양한 방식으로 수행될 수 있다. 특히, 토크 리플의 진폭 및 위상이 수신된 토크 한계를 조정하여 동적 토크 한계를 생성하는 데 사용된다. 하나의 예에 있어서, 동적 토크 한계는 단절형 사인파(clipped sine wave)로 나타난다. 일부 예에 있어서, 동적 토크 한계는 완전 사인파로 나타난다.

[0052] 본원에 설명되는 원리의 사용을 통해, 토크 출력이 규정된 한계를 초과했는지의 보다 정확한 판정이 성취된다. 이것은 목표 토크가 토크 한계에 비교적 근접하고 모터가 겪게 되는 토크 리플이 토크 출력에 더 큰 영향을 미치는 상황에서 더욱 유용할 수 있다. 이는 제어 시스템이 토크 한계가 초과되었다고 잘못 지시하거나 토크 한계가 초과되었다고 지시하는 것을 부적절하게 억제하는 상황을 감소시킬 수 있다.

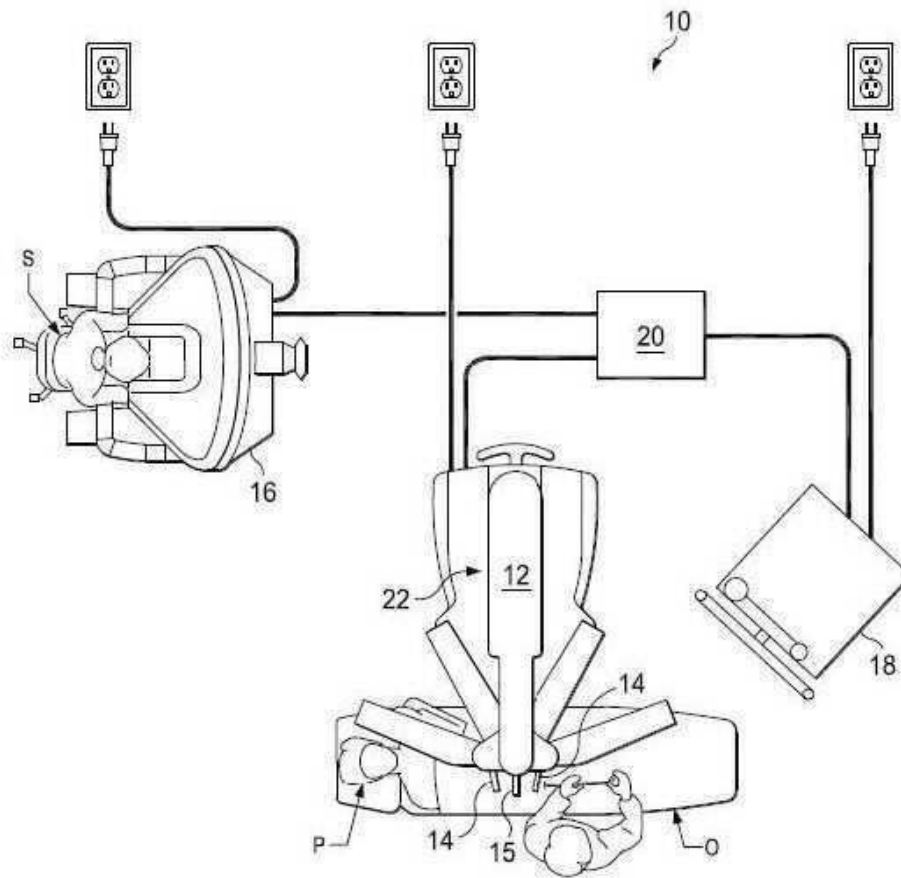
[0053] 발명의 실시예의 하나 이상의 요소는 제어 처리 시스템과 같은 컴퓨터 시스템의 프로세서 상에서 실행하기 위한 소프트웨어로 구현될 수 있다. 소프트웨어로 구현될 때, 발명의 실시예의 요소는 기본적으로 필요한 작업을 수행하기 위해 코드 세그먼트로 된다. 프로그램 또는 코드 세그먼트는 전송 매체 또는 통신 링크 반송파로 구현된 컴퓨터 데이터 신호에 의해 다운로드될 수 있는 프로세서 판독가능 저장 매체에 저장될 수 있다. 프로세서 판독가능 저장 장치는 광학 매체, 반도체 매체 및 자기 매체를 포함하여 정보를 저장할 수 있는 임의의 매체를 포함할 수 있다. 프로세서 판독가능 저장 장치의 예로는 전자 회로; 반도체 장치, 반도체 메모리 장치, 읽기 전용 메모리(ROM), 플래시 메모리, 소거 및 프로그램가능한 읽기 전용 메모리(EPROM); 플로피 디스켓, CD-ROM, 광디스크, 하드디스크 또는 다른 저장 장치가 포함된다. 코드 세그먼트는 인터넷, 인트라넷 등의 컴퓨터 네트워크를 통해 다운로드될 수 있다.

[0054] 제공되는 처리 및 표시는 특정 컴퓨터나 다른 장치에 본질적으로 연관되지 않을 수도 있다는 것에 유의해야 한다. 여러 가지 다목적 시스템들이 본 명세서의 교시에 따른 프로그램과 함께 사용될 수 있으며, 또는 여기에 설명되는 작동을 수행하기 위해 더 특수화된 장치를 구성하는 것이 더 편리한 것으로 판명될 수 있다. 다양한 이러한 시스템에 요구되는 구조는 청구범위의 요소로서 밝혀질 것이다. 또한, 발명의 실시예는 특정 프로그래밍 언어와 관련하여 설명되지 않는다. 여기에 설명되는 발명의 교시를 구현하는 데는 다양한 프로그래밍 언어가 사용될 수 있음을 이해할 것이다.

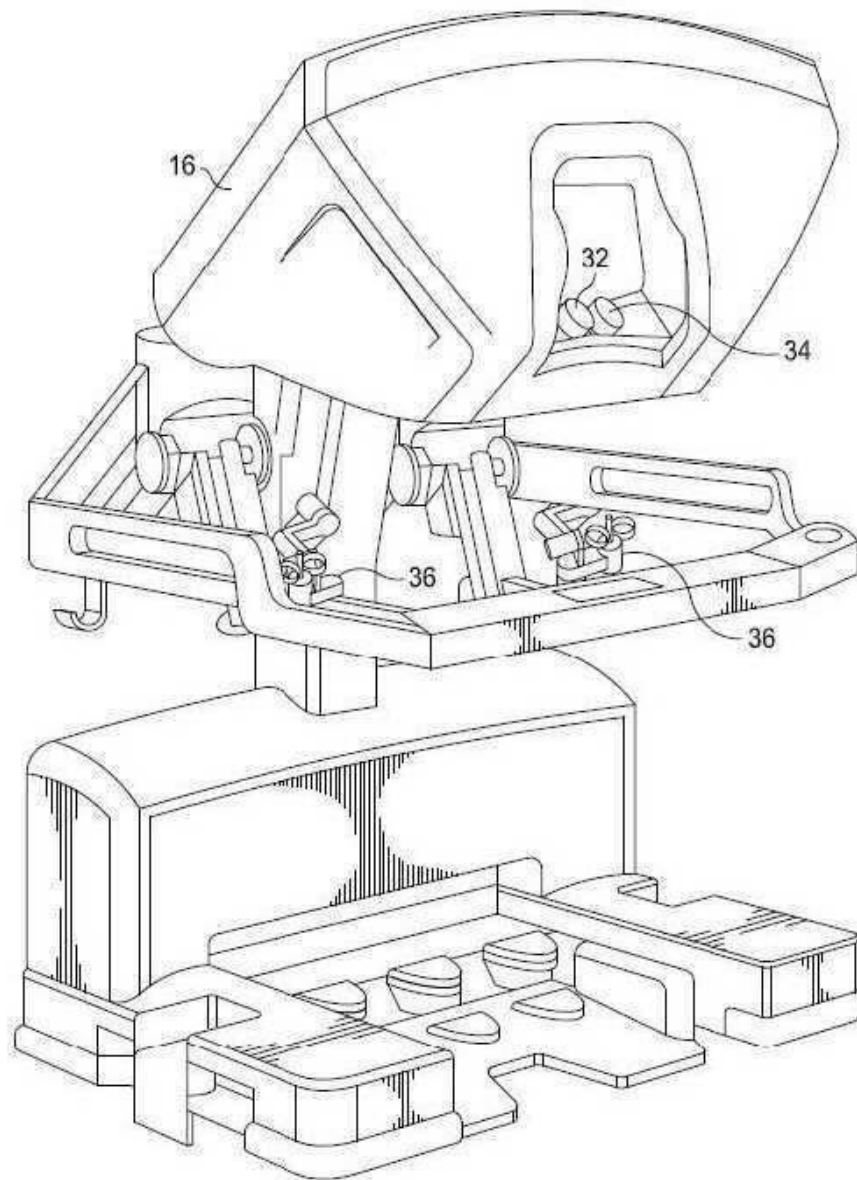
[0055] 발명의 특정 예시의 실시예들이 기술되고 도면에 도시되었지만, 그러한 실시예들은 단순히 예시적인 것일 뿐 광범위한 발명을 제한하는 것이 아니며, 다양한 다른 수정이 당업자에게 떠오를 수 있기 때문에, 발명의 실시예는 도시되고 기술된 특정 구조 및 배열에 한정되지 않는다는 것을 이해해야 한다.

도면

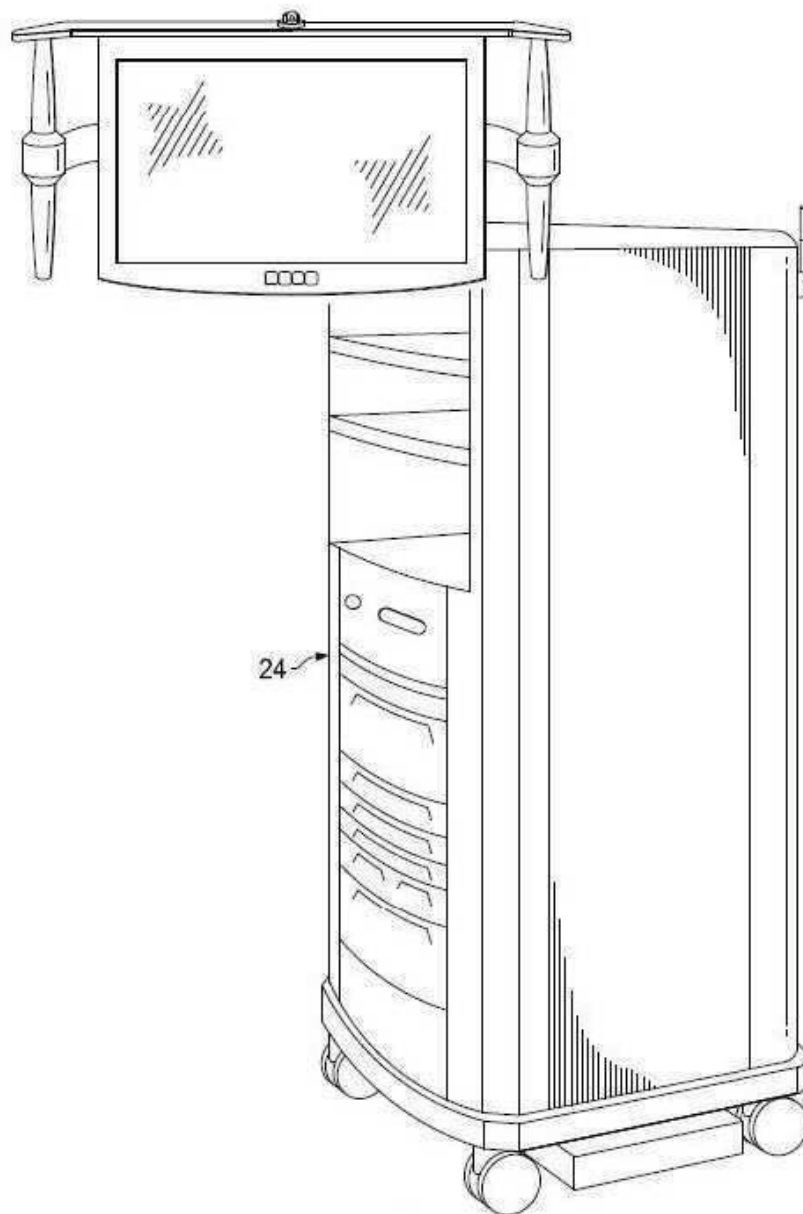
도면1a



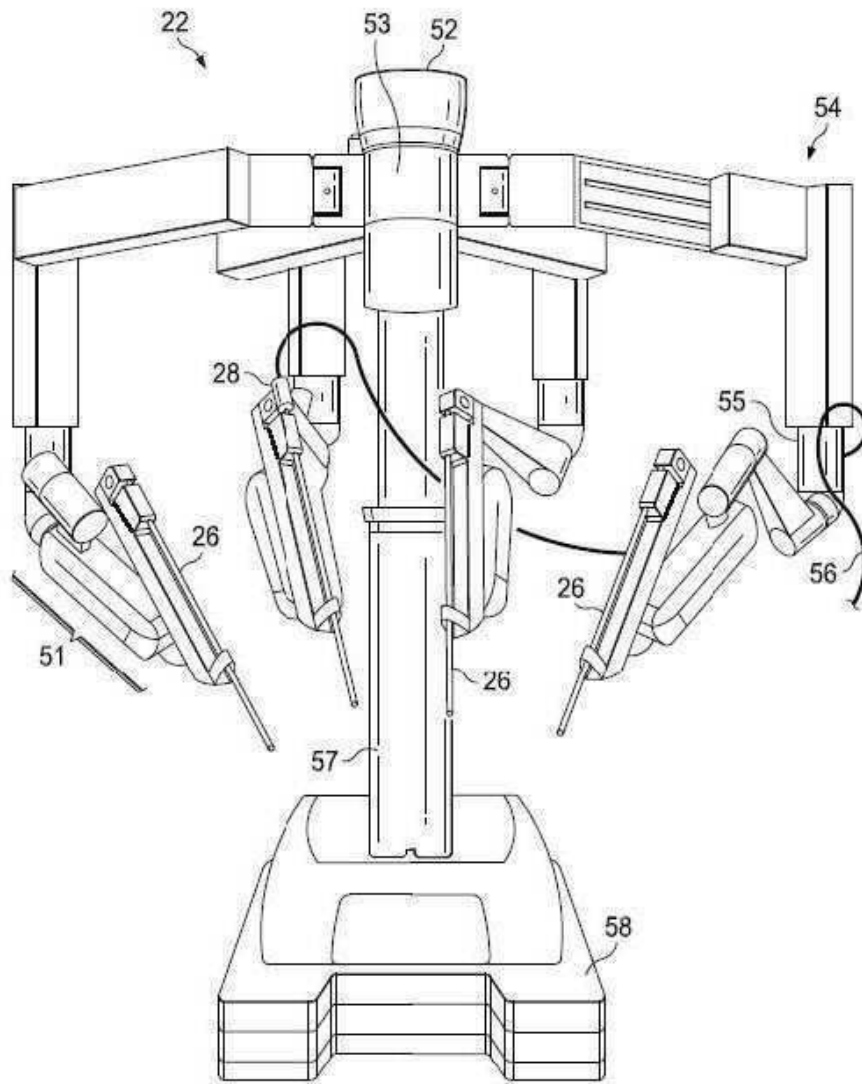
도면1b



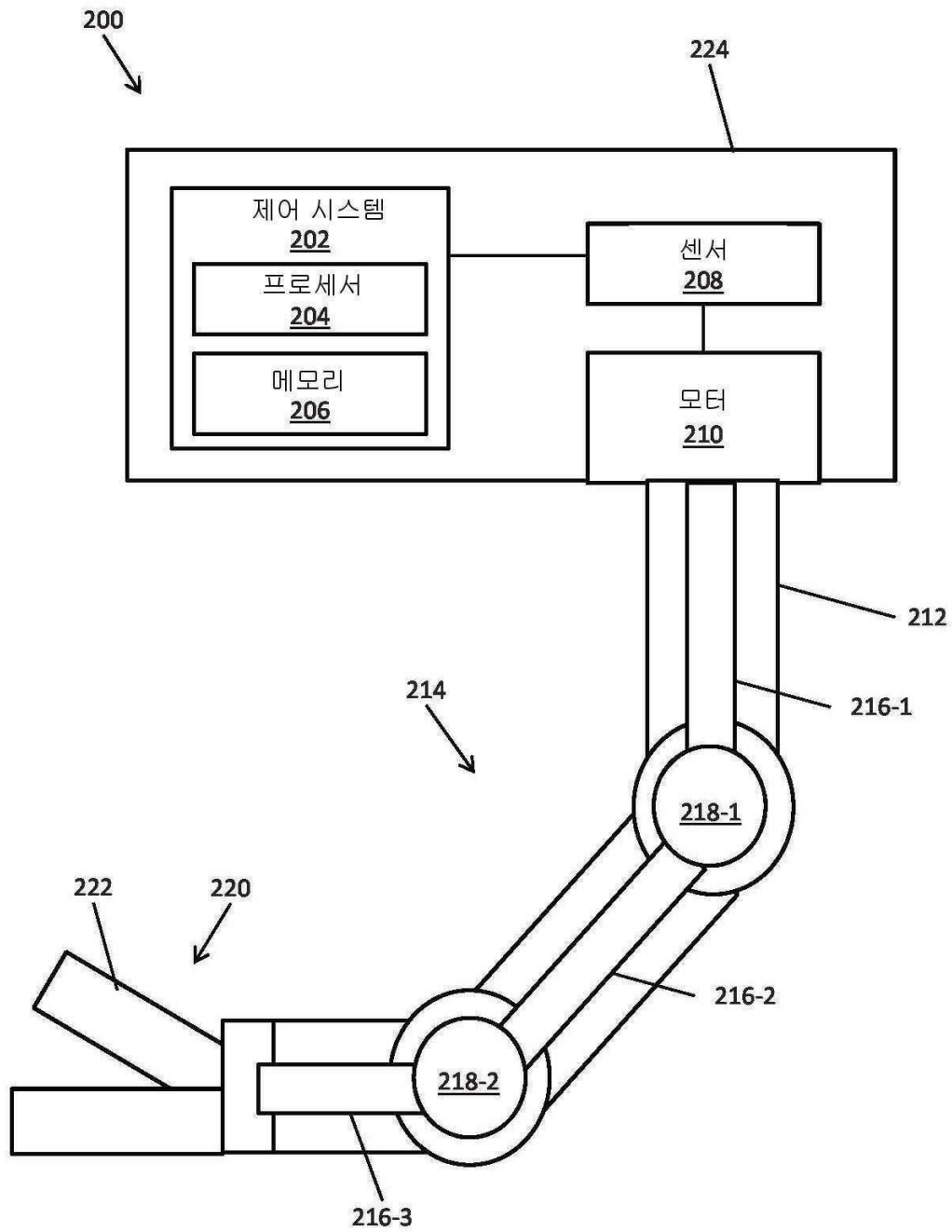
도면1c



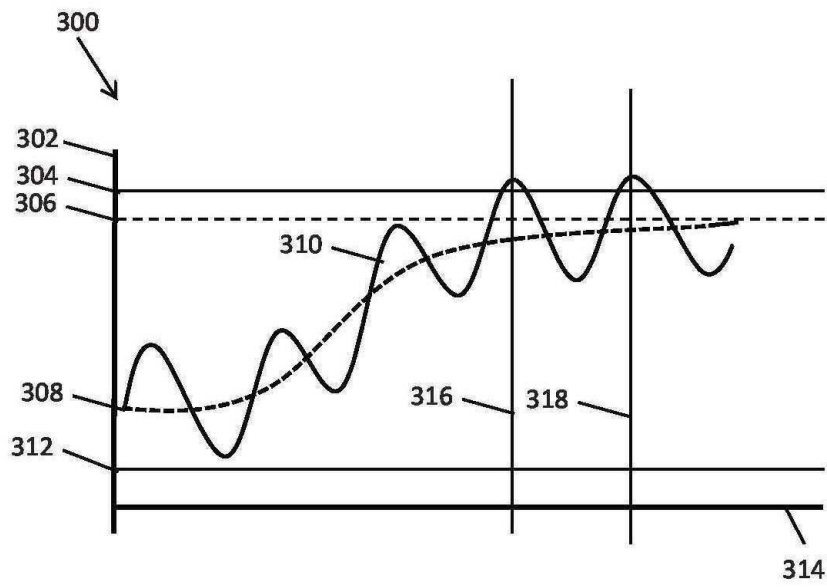
도면1d



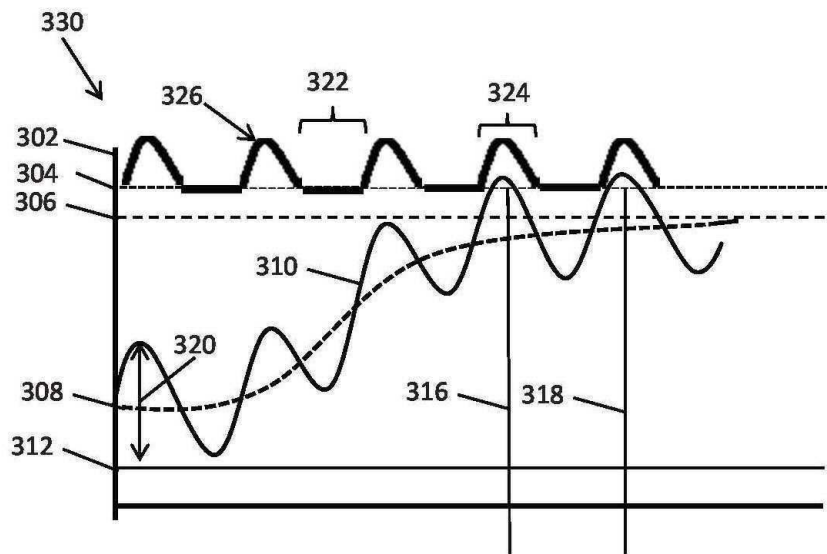
도면2



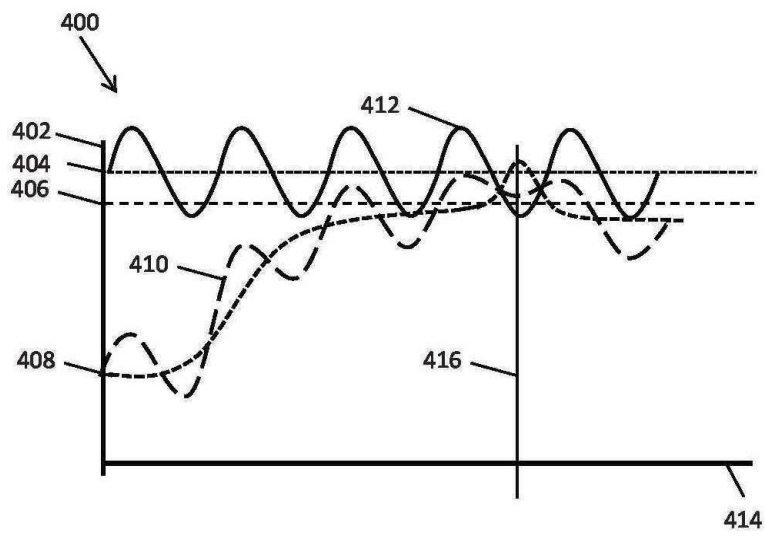
도면3a



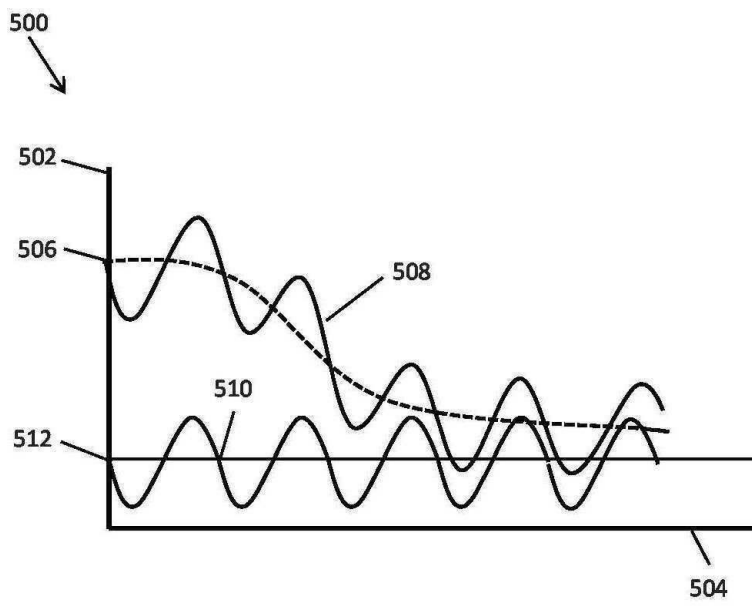
도면3b



도면4



도면5



도면6

