



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년10월26일  
(11) 등록번호 10-1912134  
(24) 등록일자 2018년10월22일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H04L 12/40* (2006.01) *H04L 5/00* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*H04L 12/40006* (2013.01)  
*H04L 5/0012* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-0043870
- (22) 출원일자 2017년04월04일  
심사청구일자 2017년04월04일
- (65) 공개번호 10-2017-0114981
- (43) 공개일자 2017년10월16일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2016-075489 2016년04월04일 일본(JP)  
JP-P-2016-250469 2016년12월26일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문현  
US20090204265 A1\*  
US20070229302 A1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 4 항

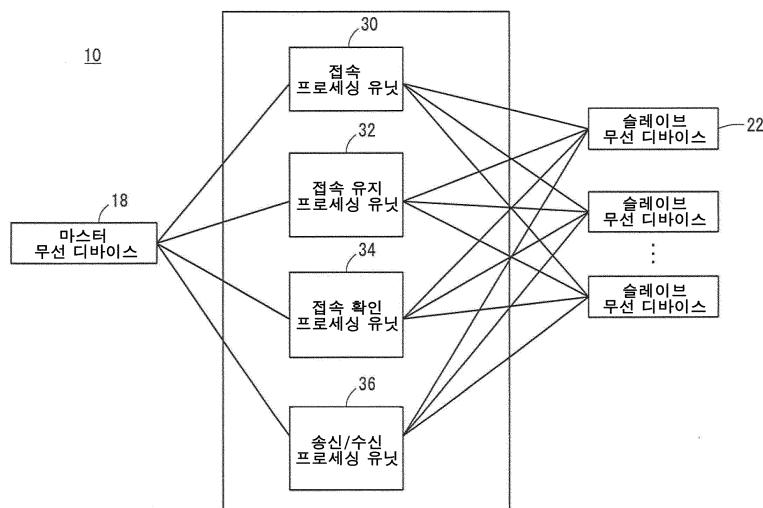
심사관 : 전용해

(54) 발명의 명칭 산업용 무선 통신 시스템

(57) 요 약

산업용 무선 통신 시스템 (10)은 적어도 산업용 설비내 모니터링을 수행하는 PLC (12), 필드버스 (16)에 의해 PLC (12)에 접속된 적어도 하나의 마스터 무선 디바이스 (18), 및 개별 하드웨어 디바이스들 (20)에 대응하여 인스톨되고, 마스터 무선 디바이스 (18)와의 무선 통신을 이행하는 복수개의 슬레이브 무선 디바이스들 (22), 무선으로 마스터 무선 디바이스 (18)와 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 간에 접속 프로세스를 이행하는 접속 프로세싱 유닛 (30), 및 마스터 무선 디바이스 (18)와 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 간에 데이터를 무선으로 송신 및 수신하는 송신/수신 프로세싱 유닛 (36)을 포함한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류

H04L 2012/40215 (2013.01)

(72) 발명자

**코지 쿠니**

일본 300-2493 이바라키 츠쿠바미라이시 기누노다  
이 4초메 2-2 에스엠시 가부시키가이샤 츠쿠바 기  
쥬츠 센터 내

**토시아키 쿠와하라**

일본 300-2493 이바라키 츠쿠바미라이시 기누노다  
이 4초메 2-2 에스엠시 가부시키가이샤 츠쿠바 기  
쥬츠 센터 내

**요시히로 노자키**

일본 300-2493 이바라키 츠쿠바미라이시 기누노다  
이 4초메 2-2 에스엠시 가부시키가이샤 츠쿠바 기  
쥬츠 센터 내

---

**셍콩 우**

일본 300-2493 이바라키 츠쿠바미라이시 기누노다  
이 4초메 2-2 에스엠시 가부시키가이샤 츠쿠바 기  
쥬츠 센터 내

**노리마사 오자키**

일본 300-2493 이바라키 츠쿠바미라이시 기누노다  
이 4초메 2-2 에스엠시 가부시키가이샤 츠쿠바 기  
쥬츠 센터 내

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

산업용 무선 통신 시스템 (10)에 있어서,

산업용 설비내 컴퓨터 (12)와 필드버스(fieldbus) (16)에 의해 접속된 적어도 하나의 마스터(master) 무선 디바이스 (18);

개별 하드웨어 디바이스들 (20)에 대응하여 인스톨되고, 상기 마스터 무선 디바이스 (18)와의 무선 통신을 이행하도록 구성된 복수개의 슬레이브(slave) 무선 디바이스들 (22);

상기 마스터 무선 디바이스 (18)와 상기 슬레이브 무선 디바이스들 (22)간에 무선으로 접속 프로세스를 이행하도록 구성된 접속 프로세싱 유닛 (30); 및

상기 마스터 무선 디바이스 (18)와 상기 슬레이브 무선 디바이스들 (22)간에 무선으로 데이터를 송신 및 수신하도록 구성된 송신/수신 프로세싱 유닛 (36)을 포함하고,

상기 접속 프로세싱 유닛 (30)은 500 msec 또는 그 미만의 시간 간격에서, 상기 마스터 무선 디바이스 (18)로부터 상기 복수개의 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로 브로드캐스트 방식에서 및 동기 주파수에서 무선 통신을 이행하고;

상기 송신/수신 프로세싱 유닛 (36)은 상기 마스터 무선 디바이스 (18)와 상기 슬레이브 무선 디바이스들 (22)간에 주파수 흡평 방법(frequency hopping method)에 의해 무선 통신을 이행하는 것을 특징으로 하는, 산업용 무선 통신 시스템.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서, 2.4 GHz 대역이 무선 주파수로서 사용되고, 무선 파워는 1 mW이하인, 산업용 무선 통신 시스템.

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 접속 프로세스가 이행된 상기 슬레이브 무선 디바이스들 (22)에 대하여 주기적으로 상기 마스터 무선 디바이스 (18)의 클럭 정보를 송신함으로써 상기 마스터 무선 디바이스 (18)와 접속 유지 프로세스를 이행하도록 구성된 접속 유지 프로세싱 유닛 (32)을 더 포함하는, 산업용 무선 통신 시스템.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로부터 주기적인 송신들 및 상기 마스터 무선 디바이스 (18)에 의한 수신을 반복함으로써 상기 마스터 무선 디바이스 (18)와 상기 복수개의 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 간에 무선 통신의 수립을 확인하도록 구성된 접속 확인 프로세싱 유닛 (34)을 더 포함하는, 산업용 무선 통신 시스템.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 산업용 무선 통신 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 FA (Factory Automation) 환경에 안정화된 방식으로 무선 통신을 실현하는 것이 가능한 산업용 무선 통신 시스템에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002]

지금까지는, 산업용 설비로서, 일본 공개 특허 공개 번호 05-073795에 개시된 네트워크 시스템이 알려져 있다. 이 시스템에서, 복수개의 시퀀서(sequencer)들은 버스에 의해 네트워크 시스템에 접속된다. 로봇의 드라이브 소스 및 액추에이터는 전도성 부채를 통하여 전기적으로 접속되고 각각의 개별 시퀀서들에 신호 라인이 접속된다. 더욱이, 드라이브 소스들은 전기 와이어링을 통하여, 개별적으로 액추에이터들 및 로봇들에 접속된다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

### 과제의 해결 수단

[0003]

부수적으로, 통상적으로 산업용 설비들에 와이어링의 양을 줄이는 것에 대한 요구가 있어 왔다. 예를 들어, 일본 공개 특허 공개 번호 05-073795에 도시된, 상부 레벨 호스트 제어기 및 개별 제어 디바이스들이 산업용 통신 표준에 따라 필드버스에 의해 접속된다. 각각의 제어 디바이스들에서, 파워 서플라이 라인과 통신 라인간에 접속이 요구된다. 결과적으로, 큰-스케일 설비 또는 분산 인스톨에서, 호스트 제어기로부터의 신호 라인들을 접속하는 것이 필요하고 제어 디바이스들의 인스톨에 관련한 자유도가 제한된다.

[0004]

추가하여, 자체 정보 처리 능력을 갖춘(intelligent) 산업용 설비들을 만들기 위해, 로봇 또는 이동가능한 부품 예컨대 회전 메커니즘과 관련하여 또한 통신 라인을 마련하는 것이 필요하게 된다. 이 경우에서, 값비싼 슬립 링(slip ring)들이 사용되어야만 하거나, 또는 신호 라인들의 접속차단의 위험이 있고, 이런 통신 장비의 인스톨을 포기하고, 산업용 설비들 자체가 자체 정보 처리 능력을 갖추게 하는 것을 포기하는 것 말고는 다른 선택이 없었다.

[0005]

본 발명은 상기 앞서 언급한 문제들을 고려하여 고안되었고, 산업용 설비들에 인스톨된 다양한 하드웨어 디바이스들의 이동가능한 부품들과 관련하여 신호 라인들 또는 유사한 것의 접속해제의 위험이 축소될 수 있고, 이런 산업용 설비들에 디자인의 자유를 개선시키는 것이 가능한 산업용 무선 통신 시스템을 제공하는 목적을 갖는다.

[0006]

[1] 본 발명에 따른 산업용 무선 통신 시스템은 적어도 산업용 설비내 모니터링을 수행하도록 구성된 컴퓨터, 필드버스(fieldbus)에 의해 상기 컴퓨터에 접속된 적어도 하나의 마스터 무선 디바이스; 개별 하드웨어 디바이스들에 대응하여 인스톨되고, 상기 마스터 무선 디바이스와의 무선 통신을 이행하도록 구성된 복수개의 슬레이브 무선 디바이스들; 상기 마스터 무선 디바이스와 상기 슬레이브 무선 디바이스들간에 무선으로 접속 프로세스를 이행하도록 구성된 접속 프로세싱 유닛, 및 상기 마스터 무선 디바이스와 상기 슬레이브 무선 디바이스들간에 무선으로 데이터를 송신 및 수신하도록 구성된 송신/수신 프로세싱 유닛을 특징으로 한다.

[0007]

본 발명에서, 컴퓨터 (예를 들어, PLC 또는 유사한 것)에 접속된 상기 마스터 무선 디바이스와 다양한 하드웨어 디바이스들 (예컨대 로봇들, 웨딩 건들, 회전 지그들, 모터들, 등)에 인스톨된 슬레이브 무선 디바이스들간에 접속 프로세싱 및 신호들의 송신 및 수신은 무선으로 이행된다. 결과적으로, 상기 하드웨어 디바이스들의 이동 가능한 컴포넌트들에 있어서 상기 신호 라인들 및 유사한 것의 접속 차단의 위험이 축소될 수 있고, 산업용 설비들에 디자인의 자유를 개선시키는 것이 가능하다. 이는 또한 이런 산업용 설비들에 자체 정보 처리 능력을 갖춘 시스템들(intelligent system)들의 축진으로 이어진다.

[0008]

[2] 본 발명에서, 상기 접속 프로세싱 유닛은 브로드캐스트 시스템상에서 및 동기 주파수들에서 상기 마스터 무선 디바이스로부터 상기 복수개의 슬레이브 무선 디바이스들로 500 msec 또는 그 미만의 시간 간격에서 무선 통신을 수행할 수 있고, 및 상기 송신/수신 프로세싱 유닛은 마스터 무선 디바이스와 슬레이브 무선 디바이스들간에 주파수 흡평 방법에 의해 무선 통신을 수행할 수 있다.

[0009]

이 특징에 따라, 상기 접속 프로세스가 브로드캐스트 시스템상에서 및 500 msec 또는 그 미만의 시간 간격들에서, 예를 들어, 어셈블리 지그를 부착하는 시간에 이행된다는 사실로부터, 전원 턴 온으로부터 그것과 통신 개시까지의 시간을 단축하는 것이 가능하다. 더구나, 무선 통신이 상기 마스터 무선 디바이스와 상기 슬레이브 무선 디바이스들간에 주파수 흡평 방법에 의해 수행된다는 사실로부터, 다른 무선 통신파의 간섭을 방지하는 것이 가능하다.

[0010]

[3] 본 발명에서, 2.4 GHz 대역이 바람직하게는 무선 주파수로서 사용되고, 무선 파워는 바람직하게는 1 mW이하이다

- [0011] 무선 주파수가 공장의 산업용 장비의 잡음 소스 (예컨대 파워 서플라이 라인들, 로봇, 웨딩 건, 회전 지그, 모터, 등) 또는 유사한 것으로부터 생성된 잡음의 주파수보다 더 높게 채택되기 때문에, 상기 잡음 주파수에 의한 무선 통신의 영향을 줄이는 것이 가능하다. 더구나, 상기 무선 파워가 1 mW 이하로 억제되기 때문에, 동일 영역 내에 존재하는 다른 통신 장비와의 간섭을 줄이는 것이 가능하다.
- [0012] [4] 본 발명에서, 상기 접속 프로세스가 이행된 상기 슬레이브 무선 디바이스들에 대하여 주기적으로 상기 마스터 무선 디바이스의 클럭 정보를 송신함으로써 상기 마스터 무선 디바이스와 접속 유지 프로세스를 이행하도록 구성된 접속 유지 프로세싱 유닛을 더 포함할 수 있다.
- [0013] 이 특징에 따라, 상기 마스터 무선 디바이스로부터의 클럭 정보가 접속 프로세스가 완료된 상기 슬레이브 무선 디바이스들로 주기적으로 송신되기 때문에, 상기 슬레이브 무선 디바이스들과 상기 마스터 무선 디바이스간 클럭 정보는 일치한다. 결과적으로, 상기 데이터 송신 및 수신 또는 유사한 것의 타이밍이 용이하게 동기화될 수 있다.
- [0014] [5] 본 발명에서, 상기 슬레이브 무선 디바이스들로부터의 주기적인 송신들 및 상기 마스터 무선 디바이스에 의한 수신을 반복함으로써 상기 마스터 무선 디바이스와 상기 복수개의 슬레이브 무선 디바이스들간에 무선 통신의 수립을 확인하도록 구성된 접속 확인 프로세싱 유닛이 더 포함될 수 있다.
- [0015] 이 특징 때문에, 상기 슬레이브 무선 디바이스들 중 어떤 것들이 접속된 상태에 있는지, 및 상기 슬레이브 무선 디바이스들 중 어떤 것들이 접속 차단된 상태에 있는지를 용이하게 결정하는 것이 가능하고, 및 접속 차단된 상태에 있는 것으로 결정된 슬레이브 무선 디바이스들에 대한 접속 프로세싱 또는 유지, 등은 초기 스테이지에서 이행될 수 있다.
- [0016] 본 발명에 따른 상기 산업용 무선 통신 시스템에 따라, 산업용 설비들에 인스톨된 다양한 하드웨어 디바이스들의 이동가능한 부품들에 관련하여 신호 라인들 또는 유사한 것의 접속 차단의 위험이 축소되는 것이 가능하고, 및 이런 산업용 설비들에 디자인의 자유가 증강될 수 있다.
- [0017] 본 발명의 상기의 그리고 다른 목적들, 특징들, 및 장점들은 본 발명의 선호되는 실시예가 예시 예제의 방식으로 도시된 첨부한 도면들과 함께 고려될 때 이하의 설명으로부터 더 명확해질 것이다.

### 도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 실시예에 따른 산업용 무선 통신 시스템을 보여주는 구성 다이어그램이다;
- 도 2는 산업용 무선 통신 시스템을 보여주는 기능 블럭 다이어그램이다;
- 도 3은 접속 프로세스의 예제를 보여주는 동작 개념 다이어그램이다;
- 도 4a는 2.4 GHz 대역(band)내 라디오 주파수들의 다중화를 보여주는 설명 다이어그램이다;
- 도 4b는 네트워크들간에 송신 주파수들에 차이들을 보여주는 설명 다이어그램이다;
- 도 4c는 주파수 흡평(frequency hopping)의 예제를 보여주는 타임 차트이다;
- 도 5는 각각의 네트워크에 대한 동기 주파수 할당들의 예제를 보여주는 다이어그램이다;
- 도 6은 주파수 흡들의 수 및 FH 송신 주파수들 간의 관계를 보여주는 다이어그램이다;
- 도 7은 접속 유지 프로세스의 예제를 보여주는 동작 개념 다이어그램이다;
- 도 8은 접속 확인 프로세스의 예제를 보여주는 동작 개념 다이어그램이다;
- 도 9는 마스터(master) 무선 디바이스로부터 슬레이브(slave) 무선 디바이스로 송신 프로세스를 보여주는 동작 개념 다이어그램이다;
- 도 10은 슬레이브 무선 디바이스로부터 마스터 무선 디바이스로 송신 프로세스를 보여주는 동작 개념 다이어그램이다;
- 도 11은 데이터 패킷들이 마스터 무선 디바이스로부터 두개의 슬레이브 무선 디바이스들로 순차적으로 송신되는 경우에 시간에 대한 송신 주파수들에서의 변화들을 보여주는 타임 차트이다;
- 도 12는 본 실시예에 따른 산업용 무선 통신 시스템의 일 대표적인 실시예를 보여주는 구성 다이어그램이다; 및

도 13은 송신/수신 프로세싱 유닛에 의한 데이터 패킷들의 송신 및 수신의 예제를 보여주는 설명 다이어그램이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 본 발명에 따른 산업용 무선 통신 시스템의 실시예가 도면들 1 내지 13을 참고로 하여 설명될 것이다. 본 명세서에서, 수치 범위를 나타내는 심벌 "-" (까지 또는 내내)은 대시(tilde) 심벌 앞과 뒤에 기록된 수치 값들이 수치 범위의 하한치 값 및 상한치 값으로서 그 안에 포함되는 함축(implication)으로 사용된다.
- [0020] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 산업용 무선 통신 시스템 (이하에서 무선 통신 시스템 (10)으로 지칭된다)은 적어도 산업용 설비내 모니터링을 수행하는 PLC (12) (프로그램 가능한 로직 제어기(Programmable Logic Controller)), 및 PLC (12)에 접속된 복수개의 네트워크들 (14)을 포함한다.
- [0021] 각각의 네트워크들 (14)에는, 필드버스(fieldbus) (16)에 의해 PLC (12)에 접속된 하나의 마스터 무선 디바이스 (18), 및 개별 하드웨어 디바이스들 (20)에 대응하여 인스톨되고, 마스터 무선 디바이스 (18)와의 무선 통신을 이행하는 복수개의 슬레이브 무선 디바이스들 (22)이 포함된다. 슬레이브 무선 디바이스들 (22)이 인스톨된 이런 하드웨어 디바이스들 (20)의 예들로서, 로봇 손, 어셈블리 지그, 및 회전하는 표, 등의 원위 단부 이동가능한 부재 (예를 들어, 웨딩 건(welding gun) 또는 유사한 것)이 열거될 수 있다.
- [0022] 더욱이, 도 2의 기능 블럭 다이어그램에 도시된 바와 같이, 무선 통신 시스템 (10)은 접속 프로세싱 유닛 (30), 접속 유지(maintenance) 프로세싱 유닛 (32), 접속 확인 프로세싱 유닛 (34), 및 송신/수신 프로세싱 유닛 (36)을 포함한다. 이런 유닛들, 즉, 접속 프로세싱 유닛 (30), 접속 유지 프로세싱 유닛 (32), 접속 확인 프로세싱 유닛 (34), 및 송신/수신 프로세싱 유닛 (36)은 마스터 무선 디바이스 (18)와 복수개의 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 간에 협업을 통하여 구성되는 기능 유닛들이다.
- [0023] 접속 프로세싱 유닛 (30)은 마스터 무선 디바이스 (18)와 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 간에 무선 접속 프로세스를 수행한다.
- [0024] 보다 구체적으로, 도 3에 도시된 바와 같이, 500 msec 또는 그 미만의 시간 간격들에서, 본 실시예에 따른, 250 msec의 시간 간격들에서, 마스터 무선 디바이스(18)로부터 복수개의 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로 무선 통신은 브로드캐스트 시스템상에서 그리고 동기 주파수들에서 이행된다.
- [0025] 이런 접속 프로세스의 목적은 마스터 무선 디바이스 (18)와 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 간에 시각 조절 (time adjustment)이고, 마스터 무선 디바이스 (18)의 초기 값을 및 슬레이브 무선 디바이스들 (22)의 초기 값을들의 교환을 이행하는 것이다.
- [0026] 정상 동작의 경우에 통신 절차, 및 비정상적인 동작의 경우에 통신 절차가 도 3을 참고로 하여 이하에 설명될 것이다.
- [0027] <정상 동작>
- [0028] (a-1) 마스터 무선 디바이스 (18)는 클럭 정보(clock information)가 포함된 동기화 패킷들 Pa을 그것의 제어하에서, 예를 들어, 브로드캐스트 시스템상에 250 msec의 간격들에서 슬레이브 무선 디바이스들 (22)의 전부에 송신한다. 이런 송신들의 방식으로, 동기식 송신들이 주파수 흡평 방법에 따라 이행된다.
- [0029] (a-2) 슬레이브 무선 디바이스들 (22)은 클럭 정보를 포함하는 동기화 패킷들 Pa을 수신하고, 슬레이브 무선 디바이스들 (22)의 클럭 정보를 조정한다(calibrate).
- [0030] (a-3) 슬레이브 무선 디바이스들 (22)은 접속 명령(connection command) 및 초기 값을 포함하는 데이터 패킷들 Pb을 마스터 무선 디바이스 (18)로 송신한다. 이런 송신들의 방식으로, 송신들이 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로부터 마스터 무선 디바이스 (18)로 주파수 흡평 방법에 따라 이행된다.
- [0031] (a-4) 마스터 무선 디바이스 (18)는 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로부터 데이터 패킷들 Pb을 수신하고, 그런 다음, 접속 명령과 함께 마스터 무선 디바이스 (18)의 초기 값을 포함하는 데이터 패킷들 Pc을 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로 송신한다. 이런 송신들의 방식으로, 송신들이 마스터 무선 디바이스(18)로부터 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로 주파수 흡평 방법에 따라 이행된다.
- [0032] (a-5) 슬레이브 무선 디바이스들 (22)은 마스터 무선 디바이스(18)로부터 데이터 패킷들 Pc 을 수신하고 접속을 완료한다. 달리 말하면, 마스터 무선 디바이스 (18)와의 접속들의 수립이 마무리 된다.

[0033] <비>정상적인 동작>

[0034] 클럭 정보를 포함하는 동기화 패킷들 Pa를 수신한 후에, 각각의 슬레이브 무선 디바이스들 (22)은 타임아웃 측정을 개시한다. 예를 들어, 만약 마스터 무선 디바이스 (18)와 접속들의 수립이 4 초 내에 완료되지 않으면, 클럭 정보의 수신으로부터 다른 시도가 다시 이루어진다.

[0035] 주파수 흡평 방법 (FHSS)이 도면들 4a 내지 6을 참고로 하여 간략하게 설명될 것이다.

[0036] 도 4a에 도시된 바와 같이, 주파수 흡평 방법에서, 통신은 송신기와 수신기 간에 차례 차례 동기식으로 다중화된 주파수들을 바꾸면서 수행된다.

[0037] 본 실시예에 따른, 도면들 4b 및 4c에 도시된 바와 같이, 상이한 패턴들을 갖는 흡평 방법들이 각각의 네트워크들에 대하여 채택된다. 제 1 네트워크 (14a)는 흡평 방법을 위한 주파수들로서, 예를 들어, 2402 MHz, 2455 MHz, 2421 MHz …을 사용한다. 제 2 네트워크 (14b)는 흡평 방법을 위한 주파수들로서, 예를 들어, 2412 MHz, 2465 MHz, 2405 MHz …을 사용한다. 제 3 네트워크 (14c)는 흡평 방법을 위한 주파수들로서, 예를 들어, 2432 MHz, 2445 MHz, 2471 MHz …을 사용한다.

[0038] 추가하여, 도 4c에 도시된 바와 같이, 통신은 개별 송신 시각들 ( $t_0, t_0 + t, t_0 + 2t, t_0 + 3t, \dots$ )에서 각각의 네트워크에 흡평 송신 주파수들에 의해 이행된다. 게다가, 간격  $F_a$ 는 무선 LAN에 의해 사용되는 대역폭 (bandwidth)을 나타낸다.

[0039] 앞에서의 방식에서, 이런 주파수 흡평 방법을 채택함으로써, 무선 LAN과의 간섭 및 네트워크들 (14)간에 라디오파 간섭에서의 감소를 가능하게 함과 함께, 멀티패스 페이딩(multipath fading)에 기인한 파워 감쇠를 줄이는 것이 가능하다.

[0040] 주파수 흡평 방법에 의해 사용되는 동기 주파수들을 계산하기 위한 계산 방법의 예제가 이하에 설명될 것이다.

[0041] 처음에, 사용될 주파수 범위가 1 MHz의 단위들에 채널들로 변환된다. 예를 들어, 최소 주파수가 2403 MHz이고 최대주파수가 2481 MHz인 것을 가정하여, 0 ch로부터 78 ch까지 79 채널들이 이용 가능하게 된다.

[0042] 예를 들어, 세번이 이행되는 마스터 무선 디바이스(18)로부터 브로드캐스트들의 방식에 의한 무선 통신이 한 턴 (one turn)이라고 간주되는 것으로 가정하여, 각각의 턴 내 세개의 라디오 통신의 채널 간격은 JAMP에 의해 정의되고, 각각의 한 턴 사이의 채널 간격은 스페이스(SPACE)에 의해 정의된다. 더구나, 사용될 채널 범위 편차 (최대 채널 - (최소 채널 - 1))는 CHm에 의해 정의되고, 네트워크 번호 (0으로부터 연속적인 번호)는 Nn에 의해 정의되고, 및 한 턴 내에 라디오 통신의 번호는 Nc (= 0, 1, 2)에 의해 정의된다.

[0043] 추가하여, 각각의 무선 통신에 대한 동기 주파수 채널 번호들 SYNC\_CH은 이하의 산술의 표현에 의해 계산된다. 수식에서, 퍼센트 기호 %는 나머지 연산자를 나타낸다.

$$\text{SYNC\_CH} = Nn * \text{SPACE} + \text{JAMP} * Nc \% \text{ CHm}$$

[0046] 동기 주파수 채널 번호들에 대한 계산 결과들이 이하의 표 1에 도시되고, 및 동기 주파수 채널 번호들이 동기 주파수들로 변환된 결과들이 이하의 표 2에 도시된다. 더구나, 표 2에 기초한 네트워크 번호들에 대한 동기 주파수들의 할당이 도 5에 도시된다.

표 1

Nm	SYNC_CH1	SYNC_CH2	SYNC_CH3
0	0	29	58
1	5	34	63
2	10	39	68
3	15	44	73
4	20	49	78
5	25	54	4
6	30	59	9
7	35	64	14
8	40	69	19

[0048]

표 2

Nm	SynFrq1	SynFrq2	SynFrq3
0	2403	2432	2461
1	2408	2437	2466
2	2413	2442	2471
3	2418	2447	2476
4	2423	2452	2481
5	2428	2457	2407
6	2433	2462	2412
7	2438	2467	2417
8	2443	2472	2422

[0050]

표 1 및 표 2 뿐만 아니라 도 5로 이해될 수 있는 것처럼, 동기 주파수들은 네트워크들 (14)간에 중첩하지 않기 때문에, 브로드캐스트 시스템의 방식으로 각각의 네트워크들 (14)에 개별적으로 할당된 동기 주파수들을 동시에 송신하는 것이 가능하다.

[0053]

다음은, 주파수 흡평 방법에 의한 송신 주파수들 (FH 송신 주파수들로 지칭된다)을 계산하기 위한 계산 방법의 예제가 설명될 것이다.

[0054]

처음에, 상기에서 설명된 동기 주파수들을 계산하기 위한 계산 방법에 유사하게, 사용될 주파수 범위가 1 MHz의 단위들에 채널들로 변환된다. 예를 들어, 최소 주파수가 2403 MHz이고 최대주파수가 2481 MHz인 것을 가정하여, 0 ch로부터 78 ch까지 79 채널들이 이용 가능하게 된다.

[0055]

주파수 흡평 간격은 JAMP에 의해 표시되고, 사용될 채널 범위 편차 (최대 채널 - (최소 채널 - 1))는 CHm에 의해 표시되고, 네트워크 번호 (0으로부터 연속적인 번호)는 Nn에 의해 정의되고, 주파수 흡평이 수행되는 회수는 FHn에 의해 표시된다.

[0056]

그런 다음, 각각의 FH 송신 주파수의 채널 번호 FH\_CH가 이하의 산술의 표현을 이용하여 계산된다. 수식에서, 퍼센트 기호 %는 나머지 연산자를 나타낸다.

$$FH\_CH = Nn + JAMP * FHn \% CHm$$

[0058]

도 6에서 주파수 흡들의 수 및 FH 송신 주파수들 간의 관계가 도시된다. 도 6으로부터 이해될 수 있는 것처럼,

주파수 흡평이 수행되는 매번, FH 송신 주파수는 주파수 흡평 간격  $\Delta f$  (예를 들어 22 MHz)에서 변화된다는 사실에 기인하여, 다른 무선 통신과의 간섭을 방지하는 것이 가능하다.

[0061] 더욱이, 슬레이브 무선 디바이스들 (22)은 바람직하게는 라디오 파들 간에 간섭을 방지하기 위해 충돌 방지 기능(CCA)을 사용한다. 이 경우에서, CCA는 랜덤 번호들 때문에 대기 시간(waiting time)을 필요로 한다. 본 실시 예에 따라, 슬레이브 무선 디바이스들 (22)은 네개의 송신 타이밍들을 가지기 때문에, 송신 타이밍들이 슬레이브 어드레스들에 기초하여 랜덤 함수를 이용하여 결정된다.

[0062] 다음, 설명은 접속 유지 프로세싱 유닛 (32)에 관하여 이루어질 것이다. 접속 유지 프로세싱 유닛 (32)은 마스터 무선 디바이스 (18)와의 접속의 수립이 완료 되어진 슬레이브 무선 디바이스들 (22)에 대하여 주기적으로 마스터 무선 디바이스 (18)의 클럭 정보를 송신함으로써 마스터 무선 디바이스 (18)와 접속 유지 프로세스 (connection maintenance process)를 이행한다.

[0063] 보다 구체적으로, 마스터 무선 디바이스 (18)와의 접속 수립이 완료 되어진 복수개의 슬레이브 무선 디바이스들 (22)에 대하여, 상기 언급된 접속 프로세싱 유닛 (30)의 시간 간격들보다 짧은 시간 간격들에서, 본 실시예에 따른, 예를 들어, 100msec의 시간 간격들에서, 마스터 무선 디바이스(18)로부터 슬레이브 무선 디바이스들 (22)에 대한 무선 통신이 동기 주파수들에서 및 브로드캐스트 시스템상에서 이행된다.

[0064] 이 접속 유지 프로세스의 목적은, 마스터 무선 디바이스(18)로부터 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로 클럭 정보를 송신함으로써 슬레이브 무선 디바이스들 (22)의 클럭 정보를 업데이트하는 것이다.

[0065] 정상 동작의 경우에 통신 절차, 및 비정상적인 동작의 경우에 통신 절차가 도 7을 참고로 하여 이하에 설명될 것이다.

[0066] <정상 동작>

[0067] (b-1) 정보가 포함된 동기화 패킷들 Pd가 예를 들어 100 msec의 간격들에서 브로드캐스트 시스템 상에서 송신된다. 이런 송신들의 방식으로, 동기식 송신들은 주파수 흡평 방법에 따라 이행된다.

[0068] (b-2) 슬레이브 무선 디바이스들 (22)은 클럭 정보를 포함하는 동기화 패킷들 Pd을 수신하고, 슬레이브 무선 디바이스들 (22)의 클럭 정보를 조정한다(calibrate).

[0069] <비정상적인 동작>

[0070] 슬레이브 무선 디바이스들 (22)이 동기화 패킷들 Pd (클럭 정보)를 마스터 무선 디바이스(18)로부터 수신하지 못 한 경우에, 클럭 정보의 조정은 연기되고 슬레이브 무선 디바이스들 (22)은 100 msec 후에 다시 클럭 정보를 수신하도록 시도한다.

[0071] 다음, 설명은 접속 확인 프로세싱 유닛 (34)에 관하여 이루어질 것이다. 접속 확인 프로세싱 유닛 (34)은 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로부터 주기적인 송신들 및 마스터 무선 디바이스 (18)에 의한 수신을 반복함으로써 마스터 무선 디바이스 (18)와 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 간에 무선 통신의 수립을 확인한다.

[0072] 다음, 접속 확인 프로세싱 유닛 (34)의 통신 절차가 도 8을 참고로 하여 설명될 것이다.

[0073] 처음에, 마스터 무선 디바이스 (18)는 예를 들어, 매 5 msec 슬레이브 무선 디바이스들 (22)과의 접속들을 확인한다. 슬레이브 무선 디바이스들 (22)은 예를 들어, 매 2 msec, 신호들을 마스터 무선 디바이스 (18)로 송신한다. 접속 확인 프로세스의 일 예는 이하에 표시된다.

[0074] <접속 확인>

[0075] (c-1) 슬레이브 무선 디바이스 (22)는 주파수 흡평 방법에 의해 마스터 무선 디바이스 (18)에 대하여 매 2 msec 확인을 위해 데이터 패킷의 송신 또는 마스터 무선 디바이스(18)로부터 수신을 이행한다.

[0076] (c-2) 마스터 무선 디바이스 (18)는 매 5 msec 슬레이브 무선 디바이스 (22)와 송신 및 수신의 존재 또는 부존재를 확인하고, 송신 또는 수신이 없는 경우에, 슬레이브 무선 디바이스 (22)가 접속 차단된 상태에 있는 것으로 결정한다.

[0077] (c-3) 마스터 무선 디바이스 (18)에서, 언젠가 접속 차단된 상태에 있는 것으로 결정되었던 슬레이브 무선 디바이스 (22)로부터 데이터 패킷 Pe이 송신되고, 및 데이터 패킷 Pe이 마스터 무선 디바이스 (18)에 의해 수신되는 경우에, 마스터 무선 디바이스 (18)는 슬레이브 무선 디바이스 (22)가 접속된 상태에 있는 것으로 결정한다.

- [0078] 다음, 설명은 접속 송신/수신 프로세싱 유닛 (36)에 관하여 이루어질 것이다.
- [0079] 송신/수신 프로세싱 유닛 (36)은 마스터 무선 디바이스 (18)와 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 간에 데이터의 송신 및 수신을 이행한다.
- [0080] 더 상세하게, 송신/수신 프로세싱 유닛 (36)은 마스터 무선 디바이스 (18)와 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 간에 주파수 흡평 방법에 의해 무선 통신을 수행한다. 보다 구체적으로, 송신은 마스터 무선 디바이스(18)로부터 슬레이브 무선 디바이스들 (22)에 대하여 FH 송신 주파수들에서 수행되고, 수신은 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로부터 마스터 무선 디바이스 (18)에 대하여 FH 송신 주파수들에서 수행된다.
- [0081] 이하에, 마스터 무선 디바이스(18)로부터 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로 송신, 및 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로부터 마스터 무선 디바이스 (18)로 송신을 수반하는 통신 절차의 설명이 도면들 9 및 10을 참고로 하여 이루어질 것이다.
- [0082] <마스터 무선 디바이스(18)로부터 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로 송신>
- [0083] (d-1) 도 9에 도시된 바와 같이, 마스터 무선 디바이스 (18)는 송신 요청에 의해 지정된 어드레스를 갖는 슬레이브 무선 디바이스 (22)로 동작 지시 데이터를 포함하는 데이터 패킷들 Pf을 FH 송신 주파수들에서 송신한다.
- [0084] (d-2) 슬레이브 무선 디바이스 (22)는 마스터 무선 디바이스(18)로부터 데이터 패킷들 Pf를 수신한다.
- [0085] (d-3) 슬레이브 무선 디바이스 (22)가 데이터 패킷들 Pf을 정상적으로 수신한 이벤트 시에, 슬레이브 무선 디바이스 (22)는 세개의 스테이지들의 레벨들에서 수신된 파워를 결정한다.
- [0086] (d-4) 데이터 패킷들 Pf내에 포함된 동작 지시 데이터에 기초하여, 슬레이브 무선 디바이스 (22)는 그것의 동작을 수행할 것을 접속된 하드웨어 디바이스 (20)에 지시한다.
- [0087] (d-5) 하드웨어 디바이스 (20)가 그것의 지시된 동작을 완료한 스테이지에서, 적어도 이런 동작의 완료를 나타내는 정보를 포함하는 데이터 패킷들 Pg, 수신된 파워의 판단 정보(judgment information)가 FH 송신 주파수들에서 마스터 무선 디바이스 (18)에 리턴된다.
- [0088] (d-6) 데이터 패킷 Pg의 정상 수신 후에 슬레이브 무선 디바이스 (22)로부터 마스터 무선 디바이스 (18)로 데이터 패킷 Pg로 응답하기 전에 데이터 패킷 Pf가 마스터 무선 디바이스(18)로부터 여러번 송신된 경우에, 슬레이브 무선 디바이스 (22)는 먼저 여러번의 데이터 패킷 Pf을 무시하고, 그런 다음 하드웨어 디바이스가 그것의 의도된 동작을 완료한 스테이지에서 마스터 무선 디바이스 (18)로 한 번만 데이터 패킷 Pg을 리턴한다.
- [0089] (d-7) 송신 실패의 경우에, 예를 들어, 만약 소정의 슬레이브 무선 디바이스 (22)로부터 데이터 패킷 Pg의 응답이 없다면, 마스터 무선 디바이스 (18)는 예를 들어 5 msec의 시간 간격들에서 250회 재시도한다. 만약 재시도의 수가 상한치 (250 회)를 초과하면, 마스터 무선 디바이스 (18)는 송신 목적지 였던 슬레이브 무선 디바이스 (22)의 상태가 접속 차단된 것으로 설정한다.
- [0090] <슬레이브 무선 디바이스들 (22)로부터 마스터 무선 디바이스 (18)로 송신>
- [0091] (e-1) 도 10 에 도시된 바와 같이, 슬레이브 무선 디바이스 (22)는 마스터 무선 디바이스로부터의 송신 요청들에 따라 마스터 무선 디바이스 (18)에 의해 요구된 데이터, 예를 들어, 슬레이브 무선 디바이스 (22)에 접속된 센서의 측정 값들, 재시도의 수, 등이 포함된 데이터 패킷들 Ph을 FH 송신 주파수들에서 송신한다.
- [0092] (e-2) 마스터 무선 디바이스 (18)는 슬레이브 무선 디바이스 (22)로부터 데이터 패킷 Ph을 수신한다.
- [0093] (e-3) 마스터 무선 디바이스 (18)이 데이터 패킷 Ph을 정상적으로 수신한 이벤트시에, 마스터 무선 디바이스 (18)는 세개의 스테이지들의 레벨들에서 수신된 파워를 결정한다.
- [0094] (e-4) 마스터 무선 디바이스 (18)는 적어도 수신된 파워의 판단 정보 및 정상 수신을 나타내는 정보를 포함하는 데이터 패킷 Pi를 FH 송신 주파수들에서 슬레이브 무선 디바이스 (22)로 리턴한다.
- [0095] (e-5) 데이터 패킷 Ph의 정상 수신 후에 마스터 무선 디바이스(18)로부터 슬레이브 무선 디바이스 (22)로 데이터 패킷 Pi로의 응답 전에 데이터 패킷 Ph이 슬레이브 무선 디바이스 (22)로부터 여러 번 송신된 경우에, 마스터 무선 디바이스 (18)는 먼저 여러번의 데이터 패킷 Ph을 무시한다. 그런 다음, 마스터 무선 디바이스 (18)는 무선 디바이스 (18)에 의한 요구된 수신 프로세싱이 완료된 스테이지에서 한 번만 슬레이브 무선 디바이스 (22)로 데이터 패킷 Pi 을 리턴한다.

- [0096] (e-6) 송신 실패의 경우에, 예를 들어, 만약 마스터 무선 디바이스 (18)로부터 데이터 패킷 Pi의 응답이 없다면, 관심이 있는 슬레이브 무선 디바이스 (22)는 예를 들어 5 msec의 시간 간격들에서 250회 송신을 재시도 한다. 만약 재시도의 수가 상한치 (250 회)를 초과하면, 마스터 무선 디바이스 (18)는 송신 목적지였던 슬레이브 무선 디바이스 (22)의 상태가 접속 차단되고, 접속 프로세스로 전환된 것으로 설정한다.
- [0097] 데이터 패킷들 Pf이 마스터 무선 디바이스(18)로부터 두개의 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로 순차적으로 송신되는 경우와 관련하여 도 11을 참고로 하여 설명이 이루질 것이다.
- [0098] 처음에, 시간 t0에서, 마스터 무선 디바이스 (18)는 데이터 패킷들 Pf를 FH 송신 주파수들에서 송신한다. 송신 목적지들인 슬레이브 무선 디바이스들 (22)은 마스터 무선 디바이스(18)로부터 데이터 패킷들 Pf을 정상 방식으로 수신하고, 슬레이브 무선 디바이스들 (22)에 접속된 하드웨어 디바이스들에 대하여 그것들의 지시 동작들을 수행하거나, 또는 대안적으로, 센서 값들 또는 유사한 것을 획득하기 위해 입력/출력 동작들을 이행한다.
- [0099] 시간 t0로부터 5 msec가 경과된 후에 시간 t1에서, 슬레이브 무선 디바이스들 (22)은 그것들의 동작들의 완료를 나타내는 데이터 패킷들 Pg을 FH 송신 주파수들에서 송신한다. 이 예에서, 심지어 한번의 송신들의 재시도도 없기 때문에, 무선 송신들 (송신 및 수신)은 가장 빠른 방식으로 완결된다. 보다 구체적으로, 가장 빠른 응답 시간 Tmin은 마스터 무선 디바이스 (18)에 의한 데이터 패킷들 Pf의 송신이 완료된 시간 ta로부터, 슬레이브 무선 디바이스들 (22)에 의한 데이터 패킷들 Pg의 송신이 완료된 시간 tb까지의 시간 기간에 의해 정의된다. 다른 네트워크에서, 무선 통신은 상이한 FH 송신 주파수들에서 수행되고, 따라서, 다른 네트워크에 기인한 간섭은 발생하지 않는다.
- [0100] 다음, 시간 t2에서, 마스터 무선 디바이스 (18)는 데이터 패킷들 Pf를 FH 송신 주파수들에서 송신한다. 시간 t2로부터 5 msec가 경과된 후에 시간 t3에서, 슬레이브 무선 디바이스들 (22)은 그것들의 동작들의 완료를 나타내는 데이터 패킷들 Pg을 FH 송신 주파수들에서 송신한다. 이때에, FH 송신 주파수들이 예를 들어, 무선 LAN에 의해 사용되는 주파수 대역내에 있다는 이벤트시에, 무선 통신이 무선 LAN에 의해 수행되고, 그런 다음 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로부터 무선 통신이 무선 LAN의 무선 통신과 충돌하고, 마스터 무선 디바이스 (18)로의 송신들이 완료되지 못한다. 따라서, 시간 t3으로부터 5 msec가 경과된 후 시간 t4에서, 마스터 무선 디바이스 (18)는 데이터 패킷들 Pf를 FH 송신 주파수들에서 송신한다. 보다 구체적으로, 동일한 내용의 데이터 패킷들 Pf의 송신이 재시도된다. 시간 t4로부터 5 msec가 경과된 후에 시간 t5에서, 슬레이브 무선 디바이스들 (22)은 그것들의 동작들의 완료를 나타내는 데이터 패킷들 Pg을 FH 송신 주파수들에서 송신한다. 이때에, 무선 통신은 상이한 FH 송신 주파수들에서 수행되고, 따라서, 다른 네트워크에 기인한 간섭은 발생하지 않는다. 더구나, 이 예에서, 한번의 재시도가 있었다는 사실 때문에, 마스터 무선 디바이스 (18)의 데이터 패킷들 Pf의 송신이 완료된 시간 tc로부터, 데이터 패킷들 Pf의 송신의 첫번째 재시도가 완료된 시간 td까지 일어난 시간 기간은, 응답 지연 시간 Td로서 추가된다.
- [0101] 게다가, NFC (근거리 무선 통신) 통신 기술이 마스터 무선 디바이스 (18) 및 슬레이브 무선 디바이스들 (22), 등에 통합된다는 것에 유의하여야 한다. 결과적으로, 예를 들어, 마스터 무선 디바이스 (18) 및 슬레이브 무선 디바이스들 (22)의 내부 파라미터들의 설정, 마스터 무선 디바이스 (18)와 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 간에 페어링(pairing) (ID 검증, 등), 및 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 및 하드웨어 디바이스들 (20) (센서들, 등)간의 페어링 (ID 검증, 등)과 관련하여 어떤 기계적 설정들 또는 조절들이 요구되지 않는다. 따라서, 파라미터들 및 페어링, 등의 설정은 용이하게 수행될 수 있고, 조절 동작들에 요구되는 시간을 단축하고 프로세스 단계들의 수를 줄이는 것이 가능하다.
- [0102] 다음, 무선 통신 시스템(10)의 일 대표적인 실시예가 도면들 12 및 13을 참고로 하여 설명될 것이다.
- [0103] 도 12에 도시된 바와 같이, 대표적인 실시예는 회전 유형 생산 설비 (42)에 적용된 무선 통신 시스템이고, 네개의 단계들이 제작품(workpiece)(40)의 로딩/loading)으로부터 언로딩(unloading)까지 수행된다. 회전 유형 생산 설비 (42)에서, 중심에 인스톨된 회전 테이블 (44), 및 제 1 단계 내지 제 4 단계 (단계들 1 내지 4)에 개별적으로 대응하는 네개의 로봇 암들 또는 손들 (46) (46a 내지 46d) 및 네개의 어셈블리 지그들 (48) (48a 내지 48d)이 제공된다. 게다가, 전원으로부터의 전력 공급 및 공기의 공급이 회전 테이블(44)의 중심에 셋팅된 공급 유닛 (50)을 통하여 개별 로봇 손들 (46) 및 어셈블리 지그들 (48)에 이행된다.
- [0104] 회전 유형 생산 설비 (42)의 조립전에, 개별 슬레이브 무선 디바이스들 (22)이 각각의 로봇 손들 (46) 및 어셈블리 지그들 (48)에 대응하여 개별적으로 인스톨된다. 도 12에 도시된 예제에서, 제 1 슬레이브 무선 디바이스 (22A)가 로더(loader) 단계 (단계 1)에 대응하여 제 1 로봇 손 (46a)에 인스톨되고, 제 5 슬레이브 무선 디바이

스 (22E)가 제 1 어셈블리 지그 (48a)에 인스톨된다. 제 2 슬레이브 무선 디바이스 (22B)가 제 1 어셈블리 단계 (단계 2)에 대응하여 제 2 로봇 손 (46b)에 인스톨되고, 제 6 슬레이브 무선 디바이스 (22F)가 제 2 어셈블리 지그 (48b)에 인스톨된다. 제 3 슬레이브 무선 디바이스 (22C)가 제 2 어셈블리 단계 (단계 3)에 대응하여 제 3 로봇 손 (46c)에 인스톨되고, 제 7 슬레이브 무선 디바이스 (22G)가 제 3 어셈블리 지그 (48c)에 인스톨된다. 제 4 슬레이브 무선 디바이스 (22D)가 언로더 단계 (단계 4)에 대응하여 제 4 로봇 손 (46d)에 인스톨되고, 제 8 슬레이브 무선 디바이스 (22H)가 제 4 어셈블리 지그 (48d)에 인스톨된다.

[0105] 더구나, 회전 유형 생산 설비 (42)를 조립하기 전에, 제품에 대응하는 태그(tag) 정보, 많은 매핑된 I/O 지점들이 각각의 개별 슬레이브 무선 디바이스들 (22)에 설정된다.

[0106] 마스터 무선 디바이스 (18)는 회전 유형 생산 설비 (42)에 사용되는 제 1 슬레이브 무선 디바이스 (22A) 내지 제 8 슬레이브 무선 디바이스 (22H)의 번호들을 미리 그 내부에 등록하고, 슬레이브 무선 디바이스들 (22)이 그 것의 유지동안에 필요할 수 있는 다른 방식으로 재배열되거나 또는 결합되는 것을 가능하게 한다. 설정 내용은 필요에 따라 파일로 저장될 수 있고, 만약 슬레이브 무선 디바이스들 (22)이 재배열되었다면, 그것을 위한 설정 내용은 저장된 파일로부터 복원될 수 있다.

[0107] 저장가능한 설정 내용은 태그 정보, I/O 지점들의 수, 뿐만 아니라 다른 설정 파라미터들을 포함한다.

[0108] 더구나, 회전 유형 생산 설비 (42)의 바깥쪽 위치에 인스톨된 마스터 무선 디바이스 (18)는 예를 들어, 스위치 보드에 통합된 PLC (12)로부터 신호들을 수신하고 회전 유형 생산 설비 (42)에 인스톨된 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로 신호들을 FH 송신 주파수들 신호들에서 송신한다.

[0109] 다음, 단계 1 내지 단계 4에 관하여 도 13을 참고로 하여 설명이 이루어질 것이다.

[0110] <단계 1: 로더단계>

[0111] PLC (12)로부터의 삽입 시작 신호의 입력에 기초하여, 마스터 무선 디바이스 (18)는 제 1 슬레이브 무선 디바이스 (22a)로 제작품 (40)의 삽입을 나타내는 데이터 패킷 Pfa을 송신한다. 데이터 패킷 Pfa에 기초하여, 제 1 슬레이브 무선 디바이스 (22A)는 제작품 (40)을 파지하도록 제 1 로봇 손 (46a)에 지시를 발행한다. 제 1 슬레이브 무선 디바이스 (22A)로부터의 지시에 기초하여, 제 1 로봇 손 (46a)은 제작품 (40)을 파지하고 제작품 (40)을 회전 테이블 (44)상의 안쪽으로 전달한다. 제 1 로봇 손 (46a)에 의한 제작품 (40)의 전달이 완료된 스테이지에서, 제 1 슬레이브 무선 디바이스 (22a)는 제작품 (40)의 전달이 완료된 것을 나타내는 데이터 패킷 Pga을 마스터 무선 디바이스 (18)로 송신한다.

[0112] 제 1 슬레이브 무선 디바이스 (22A)로부터의 데이터 패킷 Pga의 수신에 기초하여, 마스터 무선 디바이스 (18)은 제 5 슬레이브 무선 디바이스 (22E)로 측위 지시(position instruction)를 나타내는 데이터 패킷 Pfe를 송신한다. 데이터 패킷 Pfe의 수신에 기초하여, 제 5 슬레이브 무선 디바이스 (22E)는 제 1 어셈블리 지그 (48a)로 삽입 시간 측위 지시를 발행한다. 제 1 어셈블리 지그 (48a)는 제 5 슬레이브 무선 디바이스 (22E)로부터의 지시에 기초하여 제작품 (40)의 측위를 수행한다. 제 1 어셈블리 지그 (48a)에 의한 제작품 (40)의 측위가 완료된 스테이지에서, 제 5 슬레이브 무선 디바이스 (22E)는 제작품 (40)의 측위가 완료된 것을 나타내는 데이터 패킷 Pge을 마스터 무선 디바이스 (18)로 송신한다. 마스터 무선 디바이스 (18)는 제 5 슬레이브 무선 디바이스 (22E)로부터 데이터 패킷 Pge의 수신에 기초하여 PLC (12)로 삽입 완료 신호를 출력한다.

[0113] <단계 2: 제 1 어셈블리 단계>

[0114] PLC (12)로부터의 제 1 어셈블리 신호의 입력에 기초하여, 마스터 무선 디바이스 (18)는 제 1 부품(part)의 공급을 나타내는 데이터 패킷 Pfb를 제 2 슬레이브 무선 디바이스 (22b)로 송신한다. 데이터 패킷 Pfb의 수신에 기초하여, 제 2 슬레이브 무선 디바이스 (22B)는 해당 부품을 공급하도록 제 2 로봇 손 (46b)에 지시를 발행한다. 제 2 슬레이브 무선 디바이스 (22B)로부터의 지시에 기초하여, 제 2 로봇 손 (46b)은 제 2 어셈블리 지그 (48b)로 해당 부품을 공급한다. 제 2 로봇 손 (46b)에 의한 해당 부품의 공급이 완료된 스테이지에서, 제 2 슬레이브 무선 디바이스 (22B)는 제 1 부품의 공급이 완료된 것을 나타내는 데이터 패킷 Pgb을 마스터 무선 디바이스 (18)로 송신한다.

[0115] 제 2 슬레이브 무선 디바이스 (22B)로부터의 데이터 패킷 Pgb의 수신에 기초하여, 마스터 무선 디바이스 (18)은 제 6 슬레이브 무선 디바이스 (22F)로 어셈블리 지시를 나타내는 데이터 패킷 Pff를 송신한다. 데이터 패킷 Pff의 수신에 기초하여, 제 6 슬레이브 무선 디바이스 (22F)는 제 2 어셈블리 지그 (48b)로 어셈블리 지시를 발행한다. 제 2 어셈블리 지그 (48b)는 제 6 슬레이브 무선 디바이스 (22F)로부터의 지시에 기초하여 제작품 (40)에

대하여 제 1 어셈블리 동작을 수행한다. 제 2 어셈블리 지그 (48b)에 의한 제작품(40)에 대한 제 1 어셈블리 동작이 완료된 스테이지에서, 제 6 슬레이브 무선 디바이스 (22F)는 제 1 어셈블리 동작이 완료된 것을 나타내는 데이터 패킷 PgF을 마스터 무선 디바이스 (18)로 송신한다. 마스터 무선 디바이스 (18)는 제 6 슬레이브 무선 디바이스 (22F)로부터의 데이터 패킷 PgF의 수신에 기초하여 PLC (12)로 제 1 어셈블리 완료 신호를 출력한다.

[0116]

<단계 3: 제 2 어셈블리 단계>

[0117]

PLC (12)로부터의 제 2 어셈블리 신호의 입력에 기초하여, 마스터 무선 디바이스 (18)는 제 2 부품의 공급을 나타내는 데이터 패킷 Pfc를 제 3 슬레이브 무선 디바이스 (22C)로 송신한다. 데이터 패킷 Pfc의 수신에 기초하여, 제 3 슬레이브 무선 디바이스 (22C)는 해당 부품을 공급하도록 제 3 로봇 손 (46c)에 지시를 발행한다. 제 3 슬레이브 무선 디바이스 (22C)로부터의 지시에 기초하여, 제 3 로봇 손 (46c)은 제 3 어셈블리 지그 (48c)로 해당 부품을 공급한다. 제 3 로봇 손 (46c)에 의한 해당 부품의 공급이 완료된 스테이지에서, 제 3 슬레이브 무선 디바이스 (22C)는 제 2 부품의 공급이 완료된 것을 나타내는 데이터 패킷 PgC을 마스터 무선 디바이스 (18)로 송신한다.

[0118]

제 3 슬레이브 무선 디바이스 (22C)로부터의 데이터 패킷 PgC의 수신에 기초하여, 마스터 무선 디바이스 (18)은 제 7 슬레이브 무선 디바이스 (22G)로 어셈블리 지시를 나타내는 데이터 패킷 PgF을 송신한다. 데이터 패킷 PgF의 수신에 기초하여, 제 7 슬레이브 무선 디바이스 (22G)는 제 3 어셈블리 지그 (48c)로 어셈블리 지시를 발행한다. 제 3 어셈블리 지그 (48c)는 제 7 슬레이브 무선 디바이스 (22G)로부터의 지시에 기초하여 제작품 (40)에 대하여 제 2 어셈블리 동작을 수행한다. 제 3 어셈블리 지그 (48c)에 의한 제작품(40)에 대한 제 2 어셈블리 동작이 완료된 스테이지에서, 제 7 슬레이브 무선 디바이스 (22G)는 제 2 어셈블리 동작이 완료된 것을 나타내는 데이터 패킷 PgG을 마스터 무선 디바이스 (18)로 송신한다. 마스터 무선 디바이스 (18)는 제 7 슬레이브 무선 디바이스 (22G)로부터의 데이터 패킷 PgG의 수신에 기초하여 PLC (12)로 제 2 어셈블리 완료 신호를 출력한다.

[0119]

<단계 4: 언로더단계>

[0120]

PLC (12)로부터의 반출 개시(convey-out start) 신호의 입력에 기초하여, 마스터 무선 디바이스 (18)는 제 8 슬레이브 무선 디바이스 (22H)로 측위 지시를 나타내는 데이터 패킷 PfH을 송신한다. 데이터 패킷 PfH의 수신에 기초하여, 제 8 슬레이브 무선 디바이스 (22H)는 제 4 어셈블리 지그 (48d)로 반출 시간 측위 지시(convey-out time positioning instruction)를 발행한다. 제 4 어셈블리 지그 (48d)는 제 8 슬레이브 무선 디바이스 (22H)로부터의 지시에 기초하여 제작품 (40)의 측위를 수행한다. 제 4 어셈블리 지그 (48d)에 의한 제작품 (40)의 측위가 완료된 스테이지에서, 제 8 슬레이브 무선 디바이스 (22H)는 제작품 (40)의 측위가 완료된 것을 나타내는 데이터 패킷 PgH을 마스터 무선 디바이스 (18)로 송신한다. 제 8 슬레이브 무선 디바이스 (22H)로부터의 데이터 패킷 PgH의 수신에 기초하여, 마스터 무선 디바이스 (18)는 제 4 제작품 (40)을 반출 시킬 것을 슬레이브 무선 디바이스 (22D)에게 지시하는 데이터 패킷 PfD를 송신한다. 데이터 패킷 PfD의 수신에 기초하여, 제 4 슬레이브 무선 디바이스 (22D)는 제작품 (40)을 좌우하도록 제 4 로봇 손 (46d)에 지시를 발행한다. 제 4 슬레이브 무선 디바이스 (22D)로부터의 지시에 기초하여, 제 4 로봇 손 (46d)은 제작품 (40)을 좌우하고 제작품 (40)을 회전 테이블 (44)로부터 바깥쪽으로 전달한다. 제 4 로봇 손 (46d)에 의한 제작품 (40)의 바깥쪽으로의 전달이 완료된 스테이지에서, 제 4 슬레이브 무선 디바이스 (22D)는 제작품 (40)의 바깥쪽으로의 전달 (언로딩)이 완료된 것을 나타내는 데이터 패킷 PgD을 마스터 무선 디바이스 (18)로 송신한다. 마스터 무선 디바이스 (18)는 제 4 슬레이브 무선 디바이스 (22D)로부터 데이터 패킷 PgD의 수신에 기초하여 PLC (12)로 반출 완료 신호를 출력한다.

[0121]

마스터 무선 디바이스(18)로부터의 반출 완료 신호의 출력에 의해, 제작품 (40)의 바깥쪽으로의 전달이 완료되고, 어셈블리 단계들의 시퀀스가 끝나게 된다.

[0122]

다양한 지시 신호들이 PLC (12)로부터 생성된 순서에 따라 마스터 무선 디바이스 (18)와 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 간에 데이터 패킷들이 교환되기 때문에, 응답으로서 데이터 패킷이 필요한 슬레이브 무선 디바이스 (22)로부터의 요구 동작들이 영향을 받을 수 있다. 보다 구체적으로, 불필요한 슬레이브 무선 디바이스들 (22)와 통신을 수행할 필요가 없어서, 응답 속도가 개선될 수 있다.

[0123]

본 실시예에서, 주파수 흡평 방법 블루투스 (등록 상표)와 동일한 방식에 채널들의 수가 79이라는 사실에도 불구하고 송신될 데이터 패킷들의 데이터 용량은 작고, 즉, 50 바이트 이하이다. 따라서, 송신 파워는 1 mW 이하로 억제될 수 있다.

[0124]

본 실시예에 따른 산업용 무선 통신 시스템 (10)에 앞에서의 방식에서, 적어도 산업용 서비스 모니터링을 수행

하는 PLC (12), 필드버스 (16)에 의해 PLC (12)에 접속된 적어도 하나의 마스터 무선 디바이스 (18), 및 개별 하드웨어 디바이스들 (20)에 대응하여 인스톨되고, 마스터 무선 디바이스 (18)와의 무선 통신을 이행하는 복수 개의 슬레이브 무선 디바이스들 (22)이 포함된다. 더욱이, 무선 통신 시스템 (10)은 무선으로 마스터 무선 디바이스 (18)와 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 간에 접속 프로세스를 이행하는 접속 프로세싱 유닛 (30), 및 마스터 무선 디바이스 (18)와 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 간에 데이터를 무선으로 송신 및 수신하는 송신/수신 프로세싱 유닛 (36)을 포함한다.

[0125] 보다 구체적으로, PLC (12)에 접속된 마스터 무선 디바이스 (18)와 다양한 하드웨어 디바이스들 (20) (예컨대 로봇들, 웨딩 건들, 회전 지그들, 모터들, 등)에 인스톨된 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 간에 접속 프로세싱 및 신호들의 송신 및 수신은 무선으로 이행된다. 결과적으로, 하드웨어 디바이스들 (20)의 이동가능한 컴포넌트들에 있어서 신호 라인들 및 유사한 것의 접속 차단의 위험이 축소될 수 있고, 산업용 설비들에 디자인의 자유를 개선시키는 것이 가능하다. 이는 이런 산업용 설비들에 자체 정보 처리 능력을 갖춘 시스템들(intelligent system)들의 촉진으로 이어진다.

[0126] 추가하여, 500 msec 또는 그 미만의 시간 간격들에서, 접속 프로세싱 유닛 (30)은 브로드캐스트 시스템상에서 및 동기 주파수들에서 무선 통신 마스터 무선 디바이스(18)로부터 복수개의 슬레이브 무선 디바이스들 (22)에 대하여 이행한다. 송신/수신 프로세싱 유닛 (36)은 마스터 무선 디바이스 (18)와 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 간에 주파수 흡평 방법에 의해 무선 통신을 수행한다.

[0127] 보다 구체적으로, 접속 프로세싱 유닛(30)은 마스터 무선 디바이스(18)로부터 슬레이브 무선 디바이스들 (22)에 대하여 주파수 흡평 방법에 따라 설정된 주파수들(동기 주파수들)에서 송신을 수행하고, 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로부터 마스터 무선 디바이스 (18)에 대하여 FH 송신 주파수들에서 송신을 수행한다. 반면에, 송신/수신 프로세싱 유닛 (36)은 마스터 무선 디바이스(18)로부터 슬레이브 무선 디바이스들 (22)에 대하여 주파수 흡평 방법에 따라 설정된 FH 송신 주파수들에서 송신을 수행하고, 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로부터 마스터 무선 디바이스 (18)에 대하여 주파수 흡평 방법에 의해 새롭게 설정된 FH 송신 주파수들에서 송신을 수행한다.

[0128] 이런 식으로, 무선 접속 프로세스가 브로드캐스트 시스템상에서 및 500 msec 또는 그 미만의 시간 간격들에서, 예를 들어, 어셈블리 지그를 부착하거나 또는 탈착하는 시간에 이행된다는 사실로부터, 전원 턴 온으로부터 그 것과 통신 개시 까지의 시간을 단축하는 것이 가능하다. 더구나, 무선 통신이 마스터 무선 디바이스 (18)와 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 간에 주파수 흡평 방법에 의해 수행된다는 사실로부터, 다른 무선 통신과의 간섭을 방지하는 것이 가능하다.

[0129] 더구나, 본 실시예에 따라, 2.4 GHz 대역이 무선 주파수로서 사용되고, 무선 파워는 1 mW이하 이도록 설정된다. 무선 주파수가 공장에 산업용 장비의 잡음 소스 (예컨대 파워 서플라이 라인들, 로봇, 웨딩 건, 회전 지그, 모터, 등) 또는 유사한 것으로부터 생성된 잡음의 주파수보다 더 높게 채택되기 때문에, 잡음 주파수에 의한 무선 통신의 영향을 줄이는 것이 가능하다. 더구나, 무선 파워가 1 mW 이하로 억제되기 때문에, 동일 영역내에 존재하는 다른 통신 장비와의 간섭을 줄이는 것이 가능하다.

[0130] 더욱이, 본 실시예에 따라, 접속 프로세스가 이행된 슬레이브 무선 디바이스들 (22)에 대하여 주기적으로 마스터 무선 디바이스 (18)의 클럭 정보를 송신함으로써 마스터 무선 디바이스 (18)와 접속 유지 프로세스를 이행하도록 구성된 접속 유지 프로세싱 유닛 (32)이 포함된다.

[0131] 마스터 무선 디바이스(18)로부터의 클럭 정보가 접속 프로세스가 완료된 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로 주기적으로 송신되기 때문에, 슬레이브 무선 디바이스들 (22)와 마스터 무선 디바이스 (18)간 클럭 정보는 일치한다. 결과적으로, 데이터 송신 및 수신의 타이밍이 용이하게 동기화될 수 있다.

[0132] 더구나, 본 실시예에서, 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로부터 주기적인 송신들 및 마스터 무선 디바이스 (18)에 의한 수신을 반복함으로써 마스터 무선 디바이스 (18)와 복수개의 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 간에 무선 통신의 수립을 확인하도록 구성된 접속 확인 프로세싱 유닛 (34)이 포함된다.

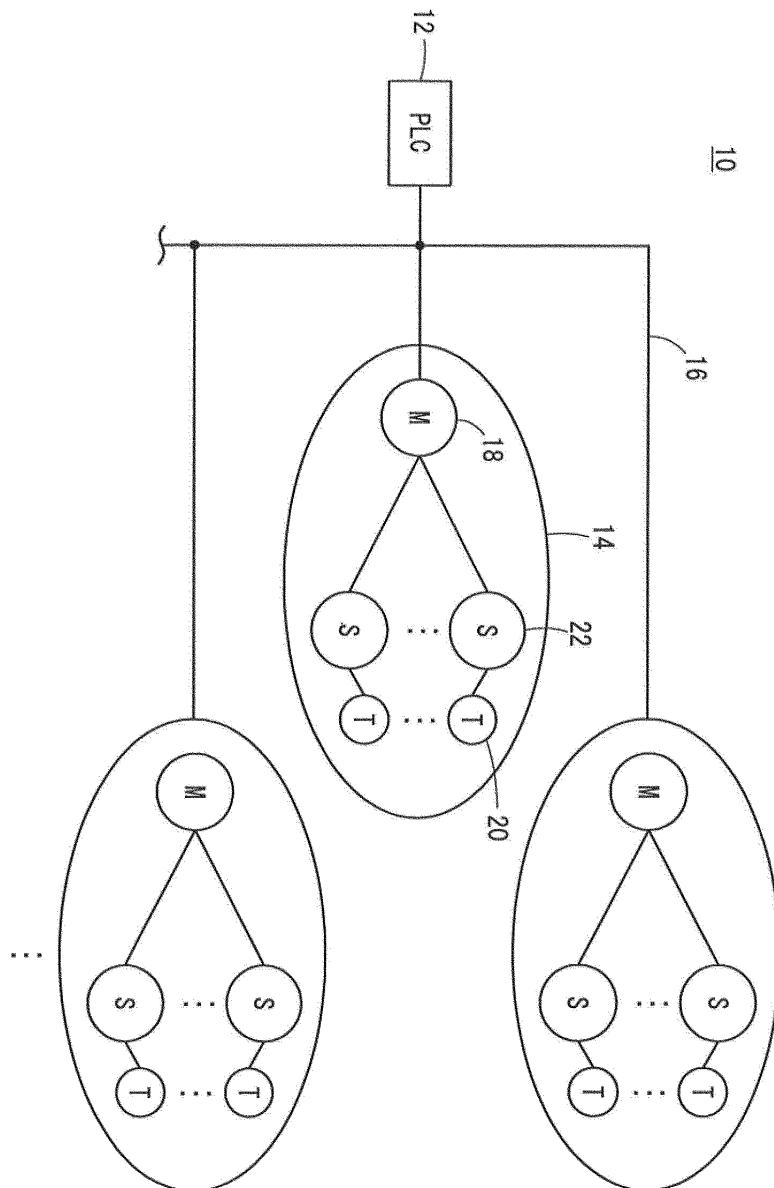
[0133] 비록 송신들이 슬레이브 무선 디바이스들 (22)로부터 주기적으로 송신되어야 하지만, 이런 송신들이 마스터 무선 디바이스 (18)에 의해 수신되지 않는 경우에, 슬레이브 무선 디바이스 (22)가 접속 차단된 상태(disconnected state)에 있다고 결정된다. 만약 접속 차단된 상태이 있는 것으로 결정된 슬레이브 무선 디바이스 (22)로부터의 송신들이 나중에 마스터 무선 디바이스 (18)에 의해 수신된다면, 슬레이브 무선 디바이스 (22)가 접속된 상태에 있다는 결정이 이루어진다. 이 특징 때문에, 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 중 어떤 것들이 접속된 상태에 있는지, 및 슬레이브 무선 디바이스들 (22) 중 어떤 것들이 접속 차단된 상태에 있는지를 용

이하게 결정하는 것이 가능하다. 따라서, 접속 차단된 상태에 있는 것으로 결정된 슬레이브 무선 디바이스들 (22)에 대한 접속 프로세싱 또는 유지, 등은 초기 스테이지에서 이행될 수 있다.

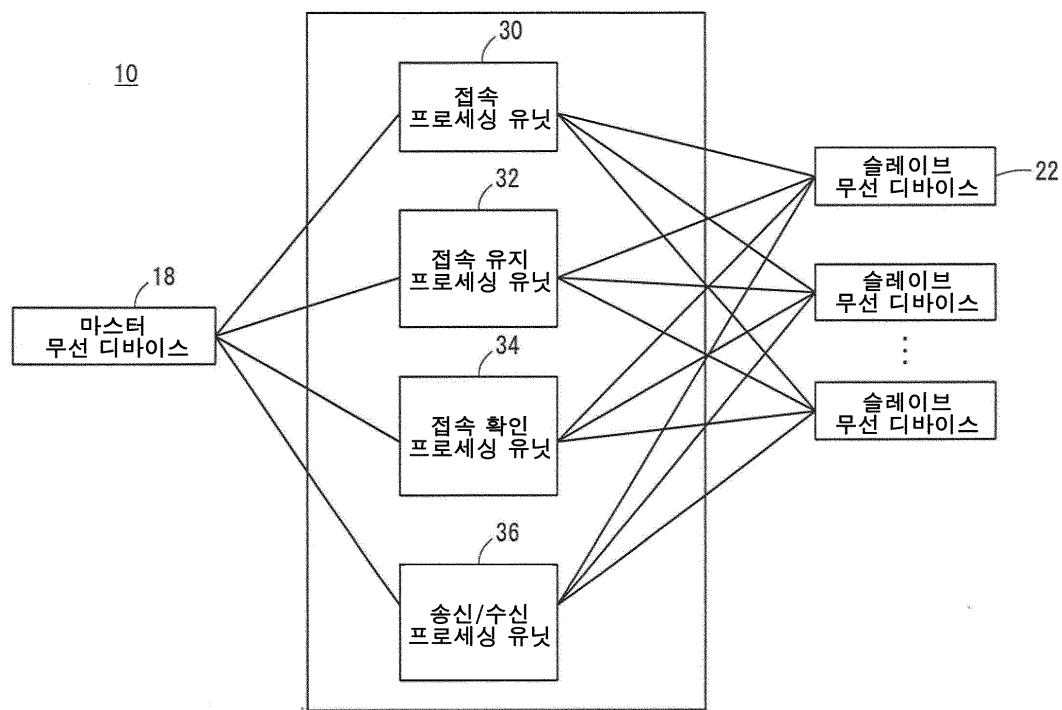
[0134] 본 발명에 따른 산업용 무선 통신 시스템은 상기의 실시예에 제한되지 않고, 물론 첨부된 청구항들에 개시된 발명의 본질 및 범위로부터 벗어나지 않고 거기에 다양한 추가의 또는 변형된 구조들이 채택될 수 있다는 것이 중요하다.

## 도면

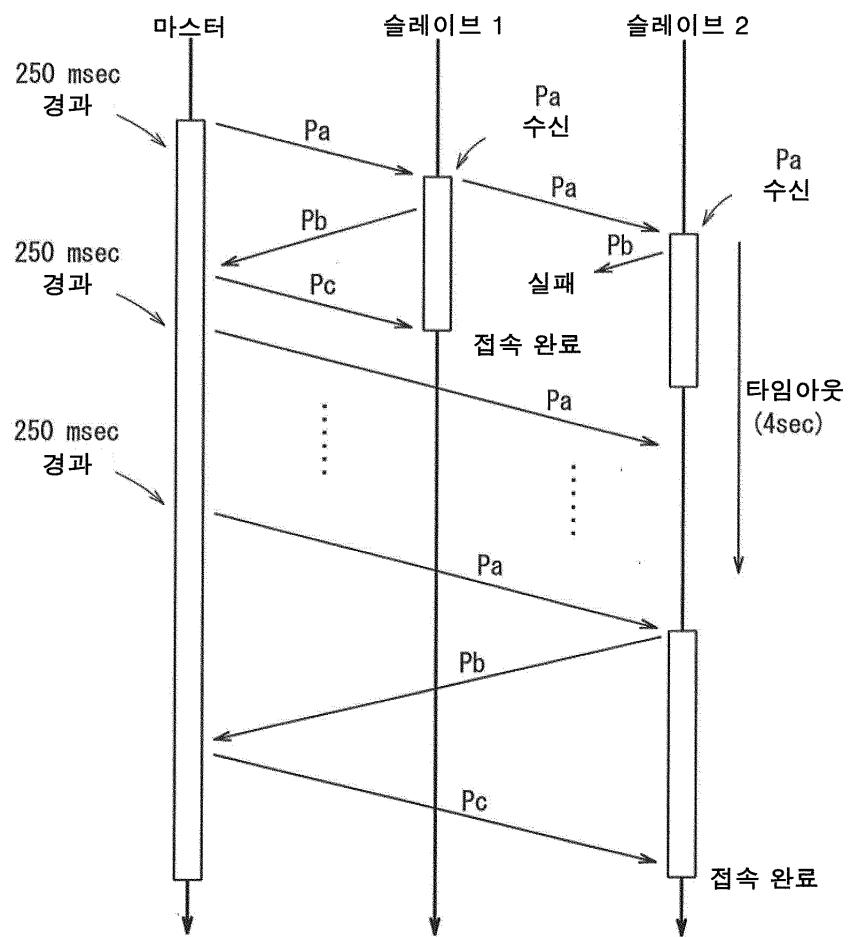
### 도면1



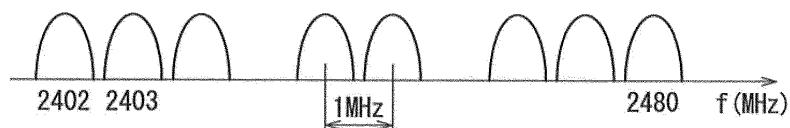
## 도면2



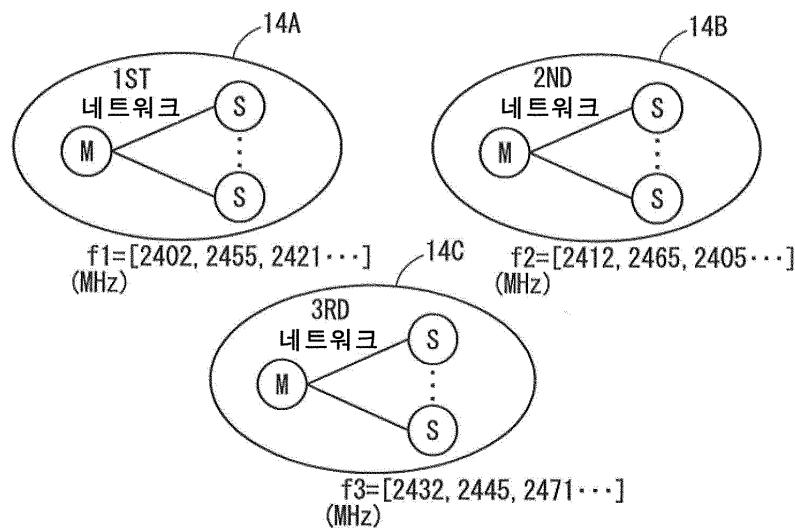
### 도면3



### 도면4a

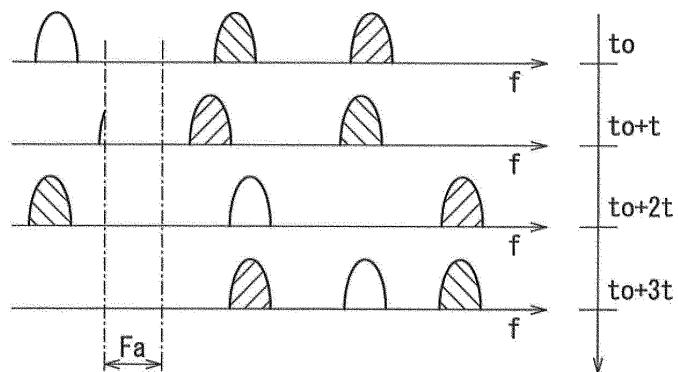


## 도면4b

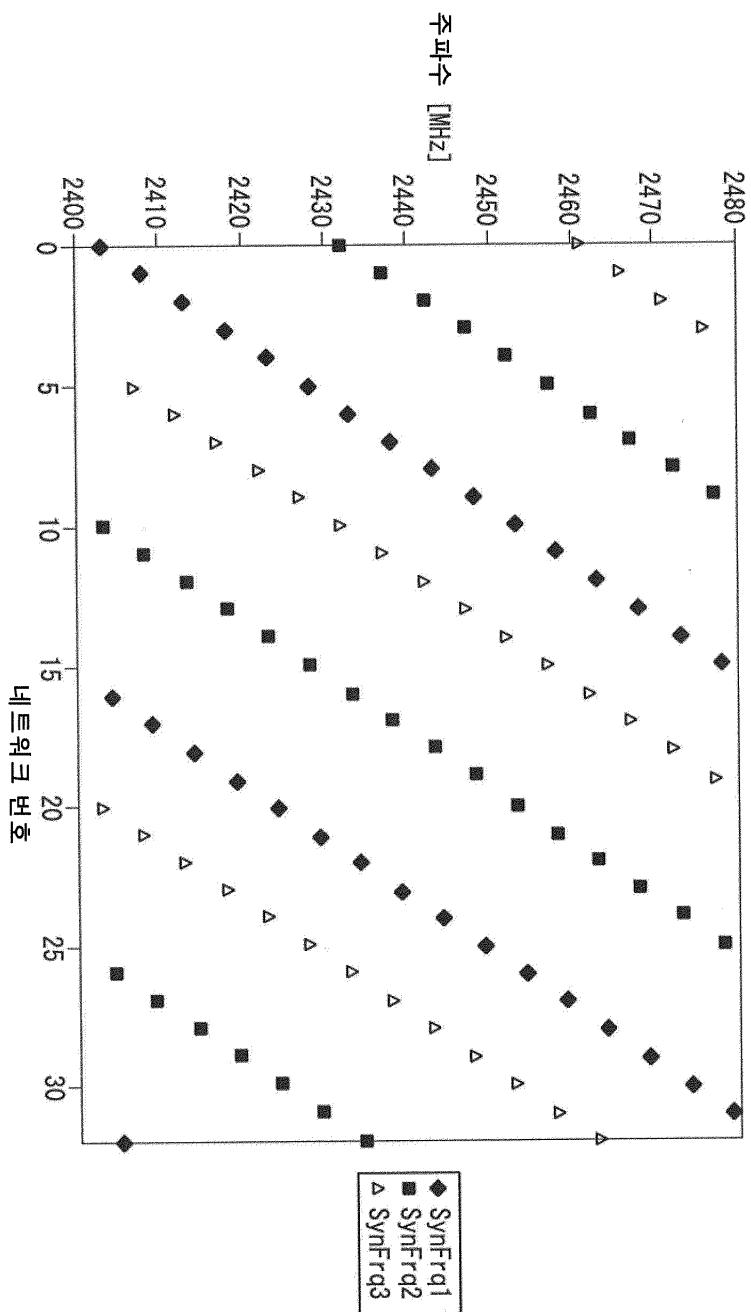


## 도면4c

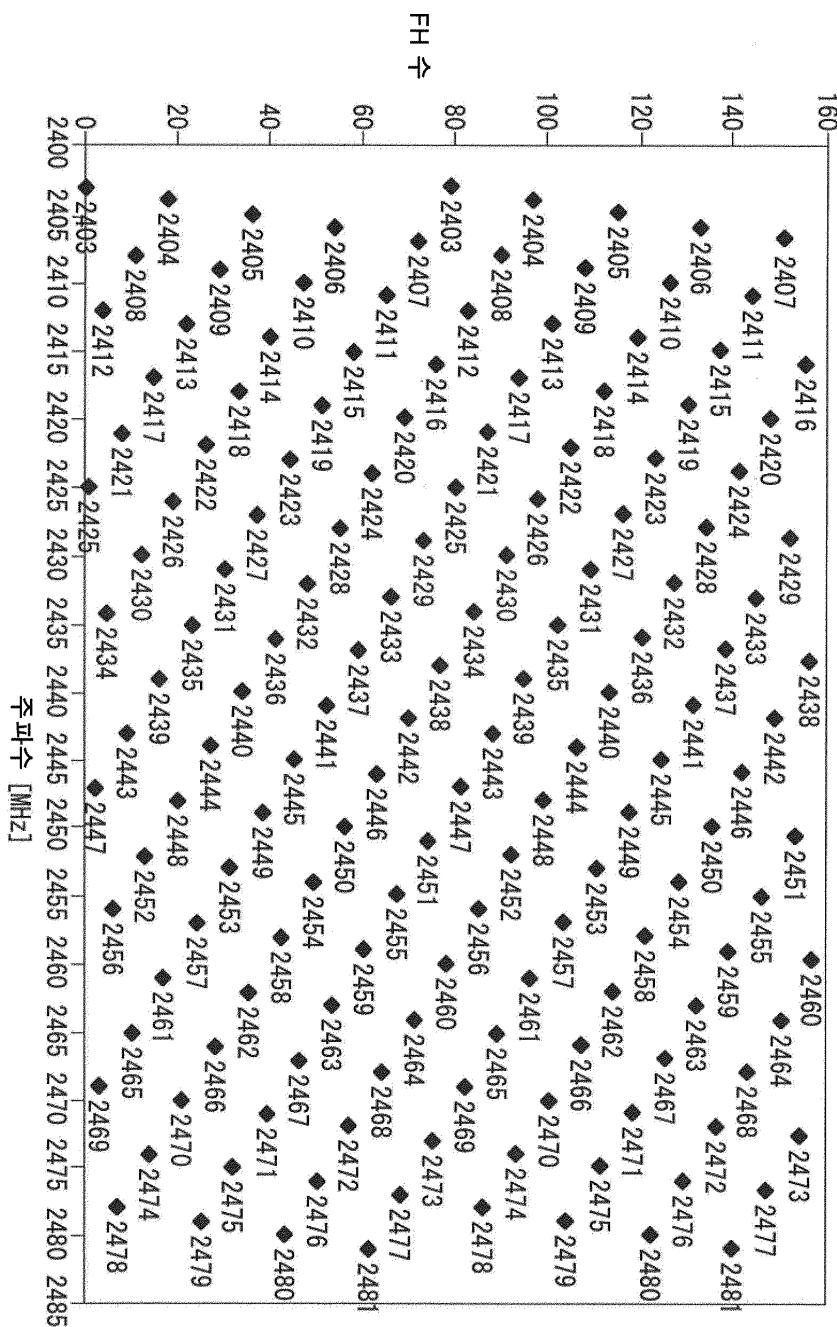
1ST 네트워크 2ND 네트워크 3RD 네트워크



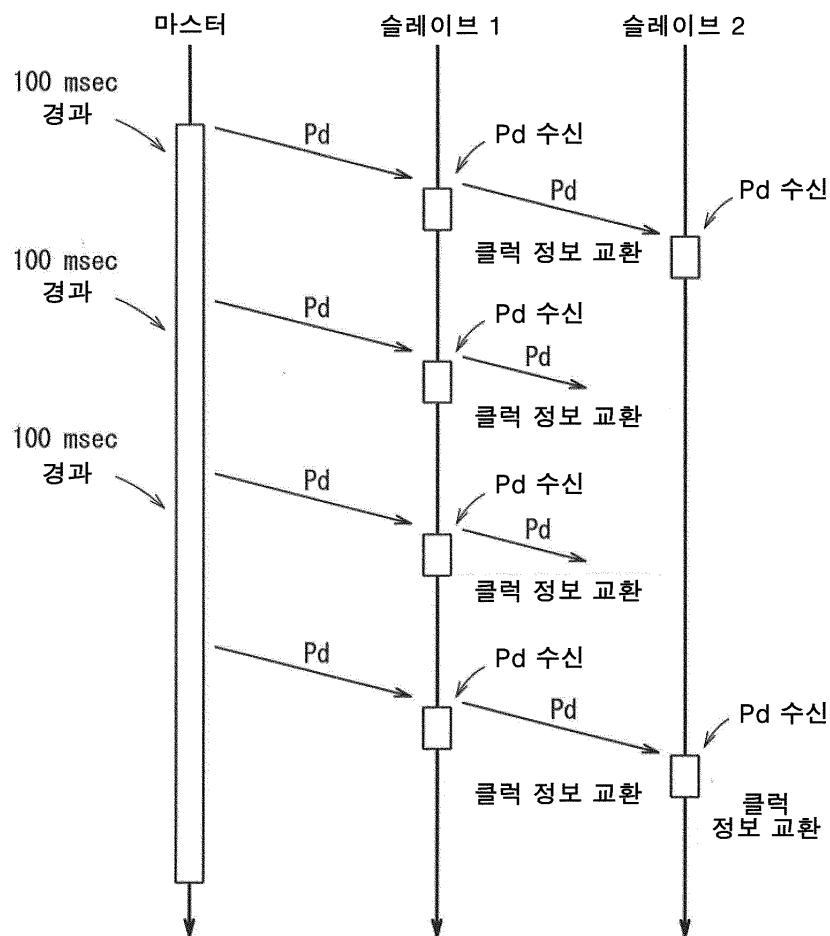
도면5



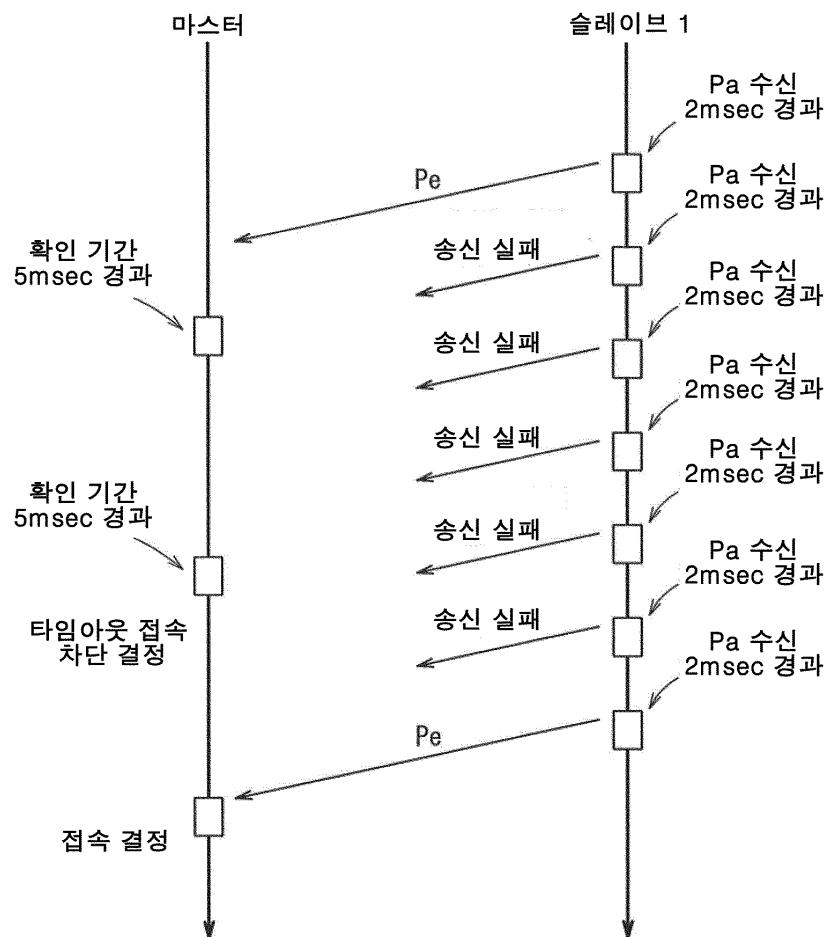
도면6



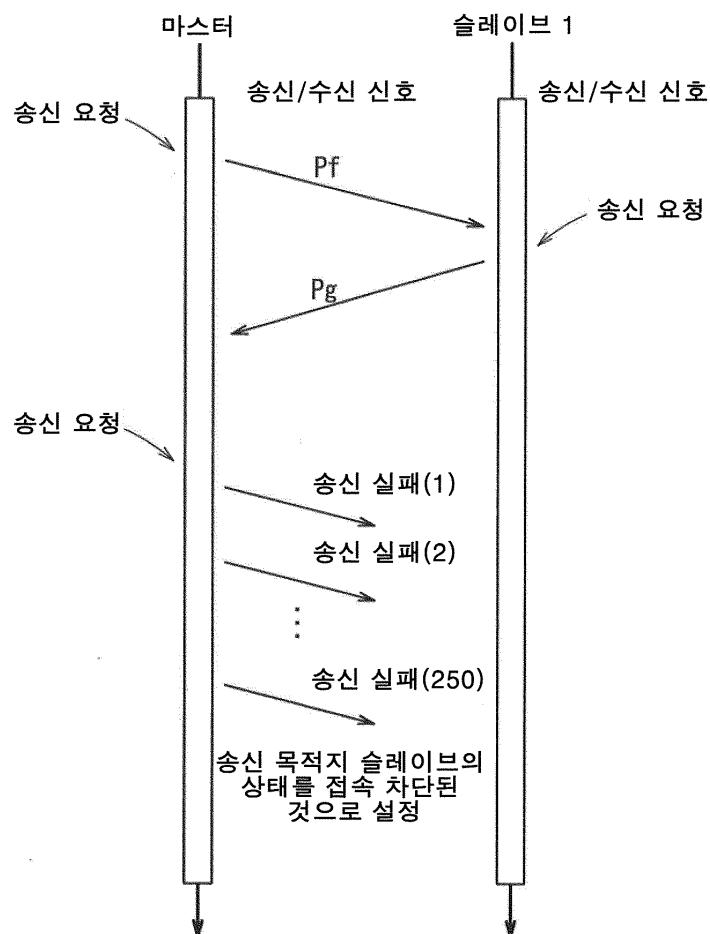
## 도면7



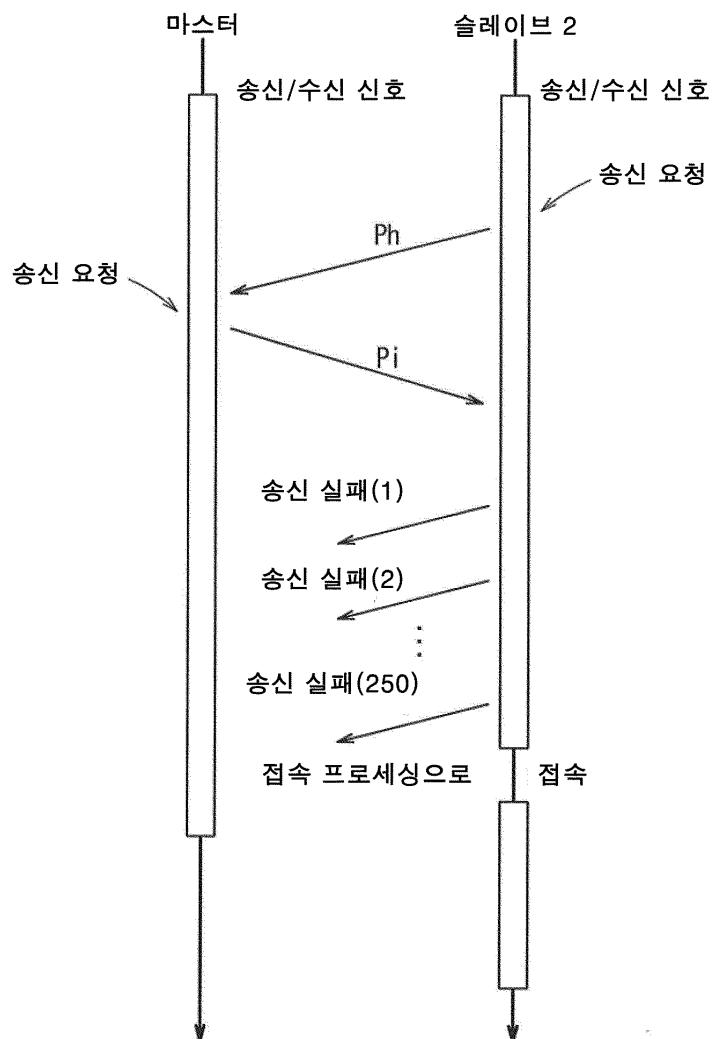
## 도면8



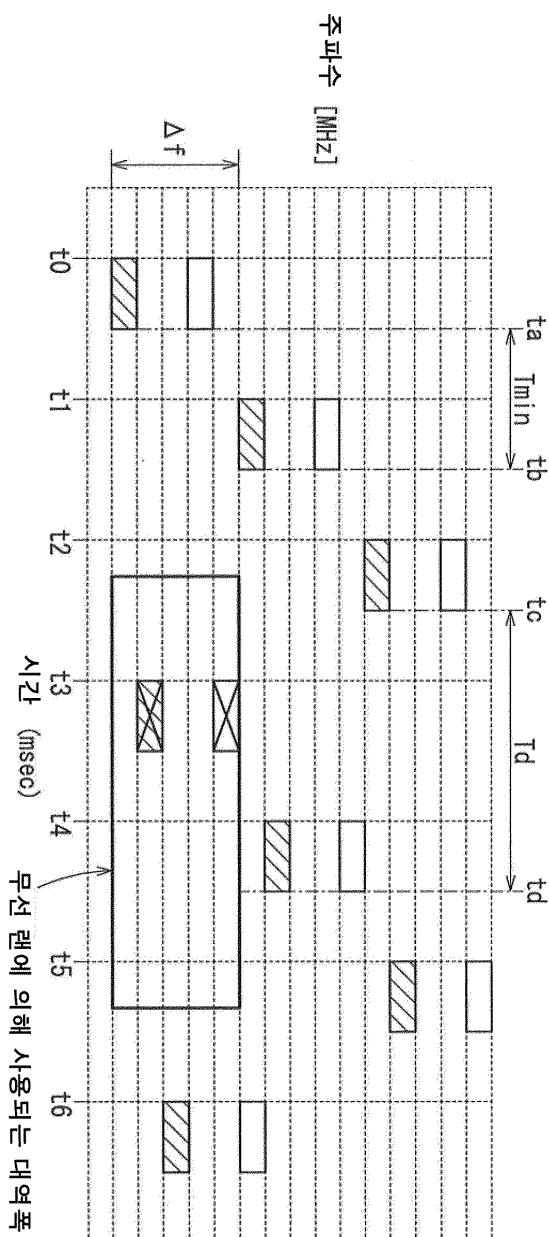
도면9



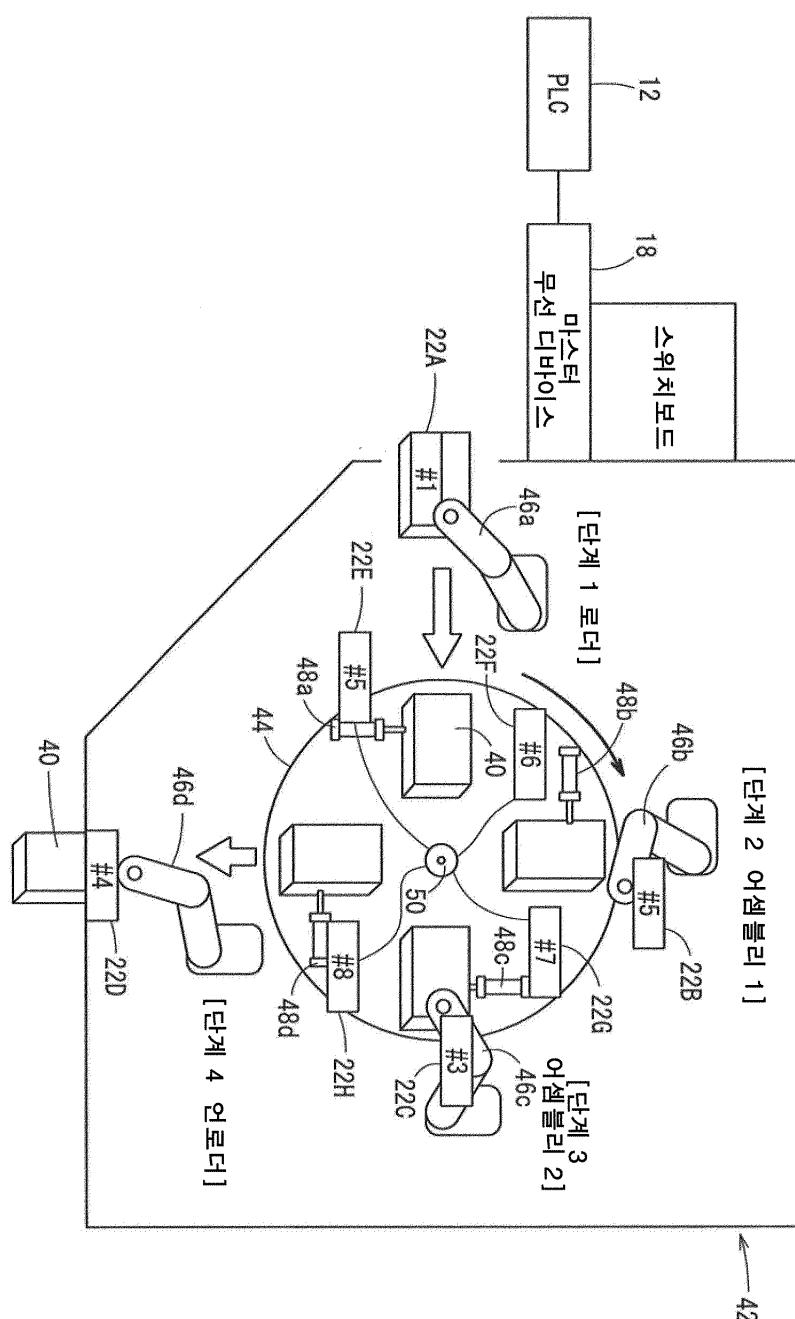
도면10



도면11



## 도면12



도면13

