



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년05월25일  
(11) 등록번호 10-2115074  
(24) 등록일자 2020년05월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04L 27/26 (2006.01) H04B 7/0413 (2017.01)

(52) CPC특허분류  
H04L 27/2621 (2013.01)  
H04B 7/0413 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0172779

(22) 출원일자 2017년12월15일

심사청구일자 2017년12월15일

(65) 공개번호 10-2018-0091696

(43) 공개일자 2018년08월16일

(30) 우선권주장  
1020170016220 2017년02월06일 대한민국(KR)

(56) 선행기술조사문헌  
Robert F.H. Fischer, Martin Hoch,  
"Peak-to-Average Power Ratio Reduction in  
MIMO OFDM", 2007 IEEE International  
Conference on Communications, 24-28 June 2007  
(2007.06.24.)\*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 13 항

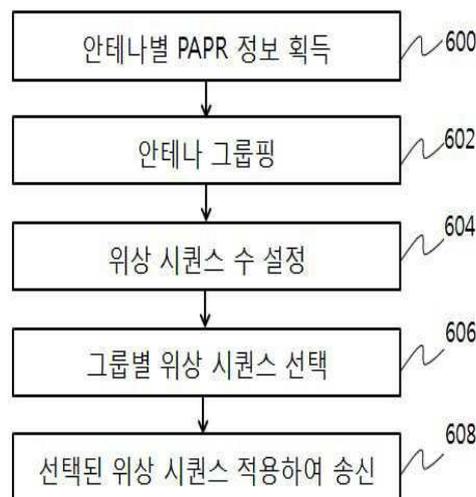
심사관 : 이미현

(54) 발명의 명칭 SLM을 이용한 PAPR 저감 장치 및 방법

(57) 요약

SLM을 이용한 PAPR 저감 장치 및 방법이 개시된다. 개시된 장치는, 다중 안테나를 복수의 그룹으로 분할하고 각 그룹에서 사용할 위상 시퀀스의 수를 설정하는 그룹 설정부; 상기 각 그룹별로 사용하기로 설정된 복수의 위상 시퀀스 중 하나를 그룹별로 선택하는 위상 선택부; 및 상기 각 그룹에 속한 모든 안테나에 대해 상기 선택된 위상 시퀀스를 적용하여 신호를 송신하는 위상 적용부를 포함한다. 개시된 장치 및 방법에 의하면, 다중 안테나 환경에서 SLM을 이용하면서 효과적으로 PAPR을 저감시킬 수 있는 장점이 있다.

대표도 - 도6



(56) 선행기술조사문헌

KR100916870 B1

JP2007124654 A

KR1020040074325 A

KR1020090033703 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345263291

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(교육부)

연구과제명 수중 IoT 네트워크를 위한 신호전송 및 위치인식 방식 연구

기여율 1/2

주관기관 세종대학교

연구기간 2017.06.01 ~ 2018.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711055194

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 SW전문인력역량강화

연구과제명 SW중심대학(세종대)

기여율 1/2

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2017.03.01 ~ 2017.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

다중 안테나 환경에서 SLM을 이용한 PAPR 저감 장치로서,

상기 다중 안테나를 복수의 그룹으로 분할하고 그룹별로 사용할 위상 시퀀스의 수를 설정하는 그룹 설정부;

상기 그룹별로 사용하기로 설정된 복수의 위상 시퀀스 중 하나를 그룹별로 선택하는 위상 선택부; 및

상기 그룹별로 속한 모든 안테나에 대해 상기 선택된 위상 시퀀스를 적용하여 신호를 송신하는 위상 적용부를 포함하되,

상기 그룹 설정부는,

상기 안테나별로 PAPR 정보를 획득하는 PAPR 모니터링부;

상기 안테나별 PAPR 정보에 기초하여 그룹 수 및 그룹별로 속하는 안테나를 설정하는 그룹 수 및 그룹별 안테나 설정부; 및

상기 설정된 그룹별로 사용할 위상 시퀀스 수를 설정하는 위상 시퀀스 수 설정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 SLM을 이용한 PAPR 저감 장치.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 그룹 수 및 그룹별 안테나 설정부는 유사한 PAPR을 가지는 안테나들이 동일 그룹에 속하도록 그룹을 설정하는 것을 특징으로 하는 SLM을 이용한 PAPR 저감 장치.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 위상 시퀀스 수 설정부는 상대적으로 높은 PAPR을 가진 안테나들로 이루어진 그룹에 상대적으로 많은 수의 위상 시퀀스를 사용하도록 설정하는 것을 특징으로 하는 SLM을 이용한 PAPR 저감 장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 그룹 설정부는,

그룹의 수를 임의로 설정하는 그룹 수 설정부;

설정된 그룹별 안테나를 설정하는 그룹별 안테나 설정부;

설정된 그룹별로 사용할 위상 시퀀스의 수를 설정하는 위상 시퀀스 수 설정부; 및

상기 설정된 그룹 수, 그룹별 안테나 및 위상 시퀀스 수의 갱신을 제어하는 갱신 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 SLM을 이용한 PAPR 저감 장치.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 위상 선택부는 상기 선택된 위상 시퀀스에 기초하여 에너지 효율을 연산하고 상기 갱신 제어부는 상기 연산된 에너지 효율이 미리 설정된 제1 경계값보다 작을 경우 상기 설정된 그룹 수, 그룹별 안테나 및 위상 시퀀스 수 중 적어도 하나를 갱신하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 SLM을 이용한 PAPR 저감 장치.

**청구항 7**

제1항 또는 제5항에 있어서,

상기 위상 선택부는 특정 그룹에 대해 설정된 위상 시퀀스들 중 그룹에 속한 안테나들에 대한 최대 PAPR이 가장 작은 값에 상응하는 위상 시퀀스를 선택하는 것을 특징으로 하는 SLM을 이용한 PAPR 저감 장치.

**청구항 8**

제6항에 있어서,

상기 갱신 제어부는 상기 에너지 효율이 상기 제1 경계값보다 작고 제2 경계값보다 클 경우 상기 그룹별로 사용할 위상 시퀀스의 수를 갱신하고, 상기 에너지 효율이 제3 경계값보다 크고 상기 제2 경계값보다 작을 경우 상기 그룹별로 사용할 위상 시퀀스의 수 및 상기 그룹별 안테나를 갱신하며, 상기 에너지 효율이 제3 경계값보다 작을 경우 상기 그룹 수, 그룹별 안테나 및 그룹별로 사용할 위상 시퀀스의 수를 갱신하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 SLM을 이용한 PAPR 저감 장치.

**청구항 9**

다중 안테나 환경에서 SLM을 이용한 PAPR 저감 방법으로서,

안테나별 PAPR 정보를 획득하는 단계(a);

상기 획득한 안테나별 PAPR 정보에 기초하여 상기 다중 안테나를 복수의 그룹으로 분할하고 그룹별로 사용할 위상 시퀀스의 수를 설정하는 단계(b);

상기 그룹별로 사용하기로 설정된 복수의 위상 시퀀스 중 하나를 그룹별로 선택하는 단계(c);

상기 그룹별로 속한 모든 안테나에 대해 상기 그룹별로 선택된 위상 시퀀스를 적용하여 신호를 송신하는 단계(d)를 포함하되,

상기 단계(b)는 유사한 PAPR을 가지는 안테나들이 동일 그룹에 속하도록 그룹을 설정하는 것을 특징으로 하는 SLM을 이용한 PAPR 저감 방법.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

제9항에 있어서,

상기 단계(b)는 상대적으로 높은 PAPR을 가진 안테나들로 이루어진 그룹에 상대적으로 많은 수의 위상 시퀀스를 사용하도록 설정하는 것을 특징으로 하는 SLM을 이용한 PAPR 저감 방법.

**청구항 12**

제9항에 있어서,

상기 단계(c)는 특정 그룹에 대해 설정된 위상 시퀀스들 중 그룹에 속한 안테나들에 대한 최대 PAPR이 가장 작은 값에 상응하는 위상 시퀀스를 선택하는 것을 특징으로 하는 SLM을 이용한 PAPR 저감 방법.

**청구항 13**

그룹의 수, 설정된 그룹별 안테나 및 설정된 그룹별로 사용할 위상 시퀀스의 수를 임의로 설정하는 단계(a);

상기 그룹별로 사용하기로 설정된 복수의 위상 시퀀스 중 하나를 그룹별로 선택하는 단계(b);

상기 단계(b)에서 선택된 위상 시퀀스에 기초하여 에너지 효율을 연산하고 상기 에너지 효율이 미리 설정된 제1 경계값보다 작은지 여부를 판단하는 단계(c);

상기 에너지 효율이 상기 제1 경계값보다 작을 경우 상기 단계(a)의 그룹의 수, 설정된 그룹별 안테나 및 설정된 그룹별로 사용할 위상 시퀀스 중 적어도 하나를 갱신하는 단계(d); 및

상기 에너지 효율이 상기 제1 경계값보다 클 경우 상기 그룹별로 속한 모든 안테나에 대해 상기 그룹별로 선택된 위상 시퀀스를 적용하여 신호를 송신하는 단계(e)를 포함하는 것을 특징으로 하는 SLM을 이용한 PAPR 저감 방법.

**청구항 14**

제13항에 있어서,

상기 단계(b)는 특정 그룹에 대해 설정된 위상 시퀀스들 중 그룹에 속한 안테나들에 대한 최대 PAPR이 가장 작은 값에 상응하는 위상 시퀀스를 선택하는 것을 특징으로 하는 SLM을 이용한 PAPR 저감 방법.

**청구항 15**

제13항에 있어서,

상기 단계(d)는 상기 에너지 효율이 상기 제1 경계값보다 작고 제2 경계값보다 클 경우 상기 그룹별로 사용할 위상 시퀀스의 수를 갱신하고, 상기 에너지 효율이 제3 경계값보다 크고 상기 제2 경계값보다 작을 경우 상기 그룹별로 사용할 위상 시퀀스의 수 및 상기 그룹별 안테나를 갱신하며, 상기 에너지 효율이 상기 제3 경계값보다 작을 경우 상기 그룹 수, 그룹별 안테나 및 그룹별로 사용할 위상 시퀀스의 수를 갱신하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 SLM을 이용한 PAPR 저감 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명의 실시예들은 PAPR 저감 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 SLM(Selected Mapping)을 이용한 PAPR 저감 장치 및 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 다중 반송파 전송 시스템을 포함하는 무선 통신 시스템에서 신호의 최대 전력대 평균 전력의 비(Peak to Average Power Ratio: PAPR)은 시스템에 성능에 큰 영향을 주는 요인이다.

[0004] 송신기의 전력 증폭기는 선형 증폭 구간이 한정되어 있으며, PAPR이 클 경우 선형 증폭 구간을 넘어서는 구간에서 증폭이 이루어질 수 있으며, 이는 신호의 왜곡을 유발하기 때문에 시스템의 BER을 상승시키고 데이터 레이트

의 손실을 가져오는 주요한 요인으로 작용한다.

- [0005] 따라서, 무선 통신 시스템에서는 PAPR을 저감이 필수적으로 요구된다.
- [0006] PAPR 저감을 위해 가장 일반적으로 사용하는 방법은 신호의 클리핑(Cliping)이다. 클리핑 방식은 신호의 세기가 일정 레벨보다 높을 경우 해당 신호를 미리 정해진 신호 레벨로 클리핑하는 방식이다. 이러한 클리핑 방식은 신호의 왜곡을 수반하는 방식이기에 PAPR 측면에서는 유리하나 데이터 레이트 및 BER 관점에서 손실을 초래하는 방식이다.
- [0007] 이러한 이유로 신호의 왜곡 없이 PAPR을 저감시키는 여러 방식이 제안되었으며, 가장 대표적인 방식이 신호의 위상 조절을 통해 PAPR을 낮추는 SLM(Selected Mapping) 방식이다. SLM 방식은 다수의 위상 시퀀스 중 가장 효과적인 위상 시퀀스를 선택하여 위상을 조절하는 방식으로서 선택된 위상 시퀀스 정보를 포함하는 부가 정보를 수신단과 공유하여야 한다.
- [0008] 이러한 SLM 방식은 다수의 안테나가 사용되는 MIMO 환경 및 massive-MIMO 환경에는 상당한 부가 정보의 전송이 이루어져야 하기에 현실적으로 사용되기 어려운 문제점이 있었다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0010] 본 발명의 일 측면은 다중 안테나 환경에서 SLM을 이용하면서 효과적으로 PAPR을 저감시킬 수 있는 방법 및 장치를 제안하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0012] 본 발명의 일 측면에 따르면, 다중 안테나 환경에서 SLM을 이용한 PAPR 저감 장치로서, 상기 다중 안테나를 복수의 그룹으로 분할하고 각 그룹에서 사용할 위상 시퀀스의 수를 설정하는 그룹 설정부; 상기 각 그룹별로 사용하기로 설정된 복수의 위상 시퀀스 중 하나를 그룹별로 선택하는 위상 선택부; 및 상기 각 그룹에 속한 모든 안테나에 대해 상기 선택된 위상 시퀀스를 적용하여 신호를 송신하는 위상 적용부를 포함하는 SLM을 이용한 PAPR 저감 장치가 제공된다.
- [0013] 상기 그룹 설정부는, 상기 다중 안테나별로 PAPR을 정보를 획득하는 PAPR 모니터링부; 상기 다중 안테나별 PAPR 정보에 기초하여 그룹 수 및 각 그룹에 속하는 안테나를 설정하는 그룹 수 및 그룹별 안테나 설정부; 및 상기 설정된 그룹별로 사용할 위상 시퀀스 수를 설정하는 위상 시퀀스 수 설정부를 포함한다.
- [0014] 상기 그룹 수 및 그룹별 안테나 설정부는 유사한 PAPR을 가지는 안테나들이 동일 그룹에 속하도록 그룹을 설정한다.
- [0015] 상기 위상 시퀀스 수 설정부는 상대적으로 높은 PAPR을 가진 안테나들로 이루어진 그룹에 상대적으로 많은 수의 위상 시퀀스를 사용하도록 설정한다.
- [0016] 상기 그룹 설정부는, 그룹의 수를 임의로 설정하는 그룹 수 설정부; 설정된 그룹별 안테나를 설정하는 그룹별 안테나 설정부; 설정된 그룹별로 사용할 위상 시퀀스의 수를 설정하는 위상 시퀀스 수 설정부; 및 상기 설정된 그룹 수, 그룹별 안테나 및 위상 시퀀스 수의 갱신을 제어하는 갱신 제어부를 포함한다.
- [0017] 상기 위상 선택부는 상기 선택된 위상 시퀀스에 기초하여 에너지 효율을 연산하고 상기 갱신 제어부는 상기 연산된 에너지 효율이 미리 설정된 제1 경계값보다 작을 경우 상기 설정된 그룹 수, 그룹별 안테나 및 위상 시퀀스 수 중 적어도 하나를 갱신하도록 제어한다.
- [0020] 상기 위상 선택부는 특정 그룹에 대해 설정된 위상 시퀀스들 중 그룹에 속한 안테나들에 대한 최대 PAPR이 가장 작은 값에 상응하는 위상 시퀀스를 선택한다.
- [0021] 상기 갱신 제어부는 상기 에너지 효율이 제1 경계값보다 작고 제2 경계값보다 클 경우 상기 그룹별 위상 시퀀스의 수를 갱신하고, 상기 에너지 효율이 제3 경계값보다 크고 상기 제2 경계값보다 작을 경우 상기 그룹별 위상 시퀀스의 수 및 상기 그룹별 안테나를 갱신하며, 상기 에너지 효율이 제3 경계값보다 작을 경우 상기 그룹 수, 그룹별 안테나 및 그룹별 위상 시퀀스의 수를 갱신하도록 제어한다.
- [0022] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 다중 안테나 환경에서 SLM을 이용한 PAPR 저감 방법으로서, 다중 안테나별 PAPR 정보를 획득하는 단계(a); 상기 획득한 다중 안테나별 PAPR 정보에 기초하여 상기 다중 안테나를 복수의 그룹으

로 분할하고 각 그룹에서 사용할 위상 시퀀스의 수를 설정하는 단계(b); 상기 각 그룹별로 사용하기로 설정된 복수의 위상 시퀀스 중 하나를 그룹별로 선택하는 단계(c); 상기 각 그룹에 속한 모든 안테나에 대해 상기 그룹별로 선택된 위상 시퀀스를 적용하여 신호를 송신하는 단계(d)를 포함하는 SLM을 이용한 PAPR 저감 방법이 제공된다.

[0023] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 그룹의 수, 설정된 그룹별 안테나 및 설정된 그룹별로 사용할 위상 시퀀스의 수를 임의로 설정하는 단계(a); 상기 각 그룹별로 사용하기로 설정된 복수의 위상 시퀀스 중 하나를 그룹별로 선택하는 단계(b); 상기 단계(b)에서 선택된 위상 시퀀스에 기초하여 에너지 효율을 연산하고 상기 에너지 효율이 미리 설정된 제1 경계값보다 작은지 여부를 판단하는 단계(c); 상기 에너지 효율이 미리 설정된 제1 경계값 작을 경우 상기 단계(a)의 그룹의 수, 설정된 그룹별 안테나 및 설정된 그룹별로 사용할 위상 시퀀스 중 적어도 하나를 갱신하는 단계(d); 및 상기 에너지 효율이 미리 설정된 제1 경계값보다 클 경우 상기 각 그룹에 속한 모든 안테나에 대해 상기 그룹별로 선택된 위상 시퀀스를 적용하여 신호를 송신하는 단계(e)를 포함하는 SLM을 이용한 PAPR 저감 방법이 제공된다.

**발명의 효과**

[0025] 본 발명에 의하면, 다중 안테나 환경에서 SLM을 이용하면서 효과적으로 PAPR을 저감시킬 수 있는 장점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0027] 도 1은 본 발명에 적용되는 SLM을 설명하기 위한 도면.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 그룹 기반의 SLM을 개념적으로 나타낸 도면.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 SLM을 이용한 PAPR 저감 장치의 구조를 도시한 블록도.
- 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 그룹 설정부의 구조를 도시한 블록도.
- 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 그룹 설정부의 구조를 도시한 블록도.
- 도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 SLM을 이용한 PAPR 저감 방법의 전체적인 흐름을 도시한 순서도.
- 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 SLM을 이용한 PAPR 저감 방법의 전체적인 흐름을 도시한 순서도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0028] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.
- [0029] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0030] 도 1은 본 발명에 적용되는 SLM을 설명하기 위한 도면이다. SLM 방식에 대해 먼저 설명하고, 본 발명의 실시예에 따른 PAPR 저감 방법에 대해 설명하기로 한다.
- [0031] 도 1을 참조하면, 일반적인 SLM 장치는 직렬/병렬 변환기(S/P, 102), 다수의 컴포넌트-와이즈(Component-Wise) 곱셈기(103), 다수의 LN 포인트 IFFT(104) 및 선택부(105)를 포함한다.
- [0032] 도 1에서, X는 송신할 데이터에 대한 주파수 도메인 신호이고, X는 직렬/병렬 변환기(102)로 입력되며, 직렬/병렬 변환기(102)는 주파수 도메인 신호 X에 대한 다수의 병렬 신호를 생성한다.
- [0033] 다수의 병렬 신호 각각에는 서로 다른 위상 시퀀스가 곱해지며, 여기서 곱해지는 위상 시퀀스 및 위상 시퀀스의 수는 미리 설정되고, 위상 시퀀스의 수는 직렬/병렬 변환기(102)를 통해 생성되는 병렬 신호의 수에 상응한다.
- [0034] 각각의 병렬 신호와 i번째 위상 시퀀스( $P^i$ )와의 곱셈은 컴포넌트-와이즈 곱셈이며 컴포넌트-와이즈 곱셈기(103)에 의해 연산이 수행된다.
- [0035] 병렬 신호에 곱해지는 위상 시퀀스의 수가 많을수록 PAPR 저감 성능은 향상되지만 복잡도는 높아지는 트레이드 오프 관계에 있다. 도 1에는 V개의 위상 시퀀스가 적용된 예가 도시되어 있다.

- [0036] 병렬 신호에 위상 시퀀스가 곱해진 신호 각각은 LN 포인트 IFFT(104)에 의해 타임 도메인의 신호로 변환되며, V개의 타임 도메인 신호  $x^i$ 가 생성된다.
- [0037] 선택부(105)는 V개의 타임 도메인 신호 중 가장 PAPR이 낮은 신호를 선택하고, 선택된 신호가 송신되도록 한다. 여기서, L은 오버샘플링 인수(Oversampling Factor)이고, N은 서브캐리어의 숫자이다.
- [0038] 도 1을 참조하여 설명한 SLM 방식은 다수의 위상 시퀀스를 적용해본 후 가장 낮은 PAPR 성능을 가지는 신호만을 선택하여 송신하는 방식이다.
- [0039] SLM 방식에서 선택부(105)로 입력되는 신호를 수학적 식으로 나타내면 다음의 수학적 식 1과 같이 나타낼 수 있다.

**수학적 식 1**

$$\mathbf{x}^v = \mathbf{F}_{LN}^H \mathbf{X} \otimes \mathbf{P}^v, v = 1, 2, \dots, V$$

[0040]

$$\mathbf{X} = [X[0], X[1], \dots, X[LN - 1]]$$

[0041]

[0042] 위 수학적 식 1에서,  $\mathbf{F}_{LN}^H$ 은 IFFT 연산자,  $\mathbf{P}^v = [P^v[0], P^v[1], \dots, P^v[LN - 1]]$ 은 위상 시퀀스이고  $\otimes$ 은 컴포넌트-와이즈 곱셈 연산자이다.

[0043] SLM이 사용될 경우, 송신단은 수신단에 선택된 위상 시퀀스 정보를 포함하는 부가 정보를 제공하여야 하며, 수신단은 선택된 위상 시퀀스 정보를 이용하여 디코딩을 수행한다.

[0044] 단일 안테나 송수신 시스템에서는 PAPR 저감을 위해 SLM이 효과적으로 사용될 수 있으나, 다중 안테나가 사용되는 MIMO 환경 및 massive-MIMO 환경에서는 부가 정보를 각 안테나별로 생성하여 전송하여야 하므로 적용되기 어려운 문제점이 있으며, 본 발명은 이와 같은 문제를 해결하기 위해 그룹 기반의 SLM 방식을 제안한다.

[0045] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 그룹 기반의 SLM을 개념적으로 나타낸 도면이다.

[0046] SLM이 MIMO와 같은 다중 안테나 환경에 적용된다면 각 안테나별로 SLM을 수행하여 안테나별로 최적 위상 시퀀스가 결정되어야 하나, 이와 같은 방식은 다수의 부가 정보로 인해 복잡도가 높아지게 된다.

[0047] 도 2를 참조하면, 본 발명의 그룹 기반 SLM은 복수의 안테나에 대해 그룹핑을 수행하여 복수의 그룹(G1, G2, GN)을 생성한다. 그룹핑이 이루어지면, 동일한 그룹에 속하는 안테나들에 대해서는 동일한 위상 시퀀스가 적용되도록 한다. 이와 같은 본 발명의 그룹 기반 SLM은 각 안테나별로 최적의 위상 시퀀스를 적용하는 방식에 비해 PAPR 저감 측면에서 효과가 떨어질 수도 있을 것이나 부가 정보의 수를 현저히 줄일 수 있기 때문에 MIMO 환경 및 massive-MIMO 환경에 현실적으로 적용될 수 있다.

[0048] 본 발명의 일 실시예에 따른 그룹 기반으로 서로 다른 위상의 SLM(Group Based Different Phase Concurrent SLM: gbdpcSLM)을 수학적 식으로 표현하면 다음이 수학적 식 2와 같다.

**수학적 식 2**

$$\begin{pmatrix} \mathbf{x}_{1'}^{o, gbdpcSLM} \\ \mathbf{x}_{2'}^{o, gbdpcSLM} \\ \vdots \\ \mathbf{x}_{M'}^{o, gbdpcSLM} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{F}_{LN}^H \mathbf{X}_{1'} \otimes \mathbf{P}_{g1}^o \\ \mathbf{F}_{LN}^H \mathbf{X}_{2'} \otimes \mathbf{P}_{g1}^o \\ \vdots \\ \mathbf{F}_{LN}^H \mathbf{X}_{M'} \otimes \mathbf{P}_{gG}^o \end{pmatrix}$$

[0049]

- [0050] 위 수학적 식 2에서,  $X_1$  및  $X_2$  는 서로 다른 안테나의 신호이나 동일한 위상 시퀀스가 적용된 것을 확인할 수 있으며, 안테나 그룹 별로 서로 다른 위상 시퀀스가 적용된다.
- [0051] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 SLM을 이용한 PAPR 저감 장치의 구조를 도시한 블록도이다.
- [0052] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 SLM을 이용한 PAPR 저감 장치는 그룹 설정부(300), 그룹별 위상 선택부(310) 및 위상 적용부(320)를 포함한다.
- [0053] 그룹 설정부(300)는 다수의 안테나에 들에 대한 그룹을 설정하고 각 그룹에서 사용할 위상 시퀀스의 수를 설정하는 기능을 한다. 구체적으로 그룹 설정부(300)는 총 그룹의 수, 각 그룹에 속하는 안테나의 수 및 각 그룹에서 사용할 위상 시퀀스의 수를 설정한다.
- [0054] 본 발명의 제1 실시예에 따르면, 그룹 설정부(300)는 각 안테나의 PAPR을 실시간으로 모니터링하여 그룹을 설정할 수 있다.
- [0055] 본 발명의 제2 실시예에 따르면, 그룹 설정부(300)는 임의로 그룹을 설정한 후 그룹의 에너지 효율에 기초하여 그룹을 갱신하면서 그룹을 설정할 수도 있다.
- [0056] 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 그룹 설정부의 구조를 도시한 블록도이다.
- [0057] 도 4를 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 그룹 설정부는 PAPR 모니터링부(400), 그룹 수 및 그룹별 안테나 설정부(410) 및 위상 시퀀스 수 설정부(420)를 포함할 수 있다.
- [0058] PAPR 모니터링부(400)는 각 안테나의 PAPR을 실시간으로 모니터링한다. 일례로, PAPR 모니터링부(400)는 가장 PAPR이 높은 안테나부터 가장 PAPR이 낮은 안테나까지 오름차순으로 안테나를 정렬할 수 있다.
- [0059] 그룹 수 및 그룹별 안테나 설정부(410)는 모니터링된 PAPR에 기초하여 그룹의 수 및 그룹별 안테나를 설정한다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, PAPR이 유사한 안테나들이 동일한 그룹에 속하도록 그룹 수 및 그룹별 안테나가 설정된다.
- [0060] 일례로, 그룹에 속한 안테나들의 최대 PAPR와 최소 PAPR이 미리 설정된 임계값 이하인 안테나들이 동일 그룹에 속하도록 그룹핑이 이루어질 수 있을 것이다.
- [0061] 이와 같이, 그룹핑이 이루어질 경우, 특정 그룹은 상대적으로 높은 PAPR을 가지는 안테나들로 이루어지게 되고, 특정 그룹은 상대적으로 낮은 PAPR을 가지는 안테나들로 이루어지게 된다.
- [0062] 위상 시퀀스 수 설정부(420)는 각 그룹에 적용할 위상 시퀀스 수를 설정하는 기능을 한다. 위상 시퀀스 수 설정부(420)는 각 그룹의 PAPR에 기초하여 위상 시퀀스 수를 설정한다. 상대적으로 높은 PAPR을 가지는 안테나들로 이루어진 그룹에는 비교적 많은 수의 위상 시퀀스가 사용되도록 위상 시퀀스의 수를 설정한다. 상대적으로 낮은 PAPR을 가지는 안테나들로 이루어진 그룹에는 비교적 적은 수의 위상 시퀀스가 사용되도록 위상 시퀀스의 수를 설정한다.
- [0063] 예를 들어, 제1 그룹 내지 제4 그룹이 생성되었다고 가정하고, 제1 그룹은 가장 높은 PAPR을 가지는 안테나들로 이루어진 그룹이라고 가정하고, 제4 그룹이 가장 낮은 PAPR을 가지는 안테나들로 이루어진 그룹이라고 가정하며, 각 그룹(i)에 설정된 위상 시퀀스의 수를  $V_i$ 로 정의한다. 이 경우, 위상 시퀀스의 수는  $V_1 > V_2 > V_3 > V_4$ 와 같이 설정된다.
- [0064] 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 그룹 설정부의 구조를 도시한 블록도이다.
- [0065] 도 5를 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 그룹 설정부는 그룹 수 설정부(500), 그룹별 안테나 설정부(510), 위상 시퀀스 수 설정부(520) 및 갱신 제어부(530)를 포함한다.
- [0066] 제1 실시예는 PAPR에 대한 모니터링이 필요한 실시예로서 이러한 PAPR 모니터링은 시스템 복잡도 및 처리 시간을 증가시킬 수 있다. 제2 실시예는 PAPR에 대한 모니터링을 수행하지 않고 그룹을 설정하는 실시예이다.
- [0067] 그룹 수 설정부(500)는 안테나들의 그룹핑을 위한 총 그룹 수를 설정하는 기능을 한다. 초기 상태에서 그룹 수의 설정은 임의로 이루어지거나 이전 신호에서의 그룹핑 결과에 기초하여 이루어진다.
- [0068] 그룹별 안테나 설정부(510)는 그룹 수 설정이 이루어진 후 각 그룹에 속할 안테나를 설정한다. 각 그룹에 속할 안테나의 수 및 안테나 역시 초기에는 임의로 설정되거나 이전 신호에서의 그룹핑 결과에 기초하여 설정될 수

있다. 그룹별 안테나 설정부는 각 그룹별 안테나 수를 동일하게 설정할 수도 있을 것이며, 각 그룹별 안테나 수를 상이하게 설정할 수도 있을 것이다.

- [0069] 위상 시퀀스 수 설정부(520)는 각 그룹별로 사용할 위상 시퀀스 수를 설정한다. 각 그룹에서 사용할 위상 시퀀스의 수 역시 초기에는 임의로 설정되거나 이전 신호에서의 위상 시퀀스 수에 기초하여 설정될 수 있다. 위상 시퀀스 수 설정부는 각 그룹에서 사용하는 위상 시퀀스의 수를 동일하게 설정할 수도 있을 것이며, 각 그룹에서 사용하는 위상 시퀀스의 수를 상이하게 설정할 수도 있을 것이다.
- [0070] 갱신 제어부(530)는 설정된 그룹의 수, 그룹별 안테나 및 위상 시퀀스 수를 갱신하는 기능을 한다. 제2 실시예의 경우 임의 또는 과거의 그룹 설정에 기초하여 그룹핑 및 위상 시퀀스 수가 설정되기 때문에 효과적인 PAPR 저감 성능을 제공하지 않을 수도 있으며, 이때 갱신 제어부(530)는 그룹 수 설정부(500), 그룹별 안테나 설정부(510), 위상 시퀀스 수 설정부(520)의 설정 정보를 갱신하도록 제어한다.
- [0071] 제2 실시예에서 갱신 제어부(530)에 의한 갱신 제어 동작은 그룹별 위상 선택부(310)의 동작을 설명한 후 다시 상세히 설명하기로 한다.
- [0072] 그룹별 위상 선택부(310)는 설정된 각 그룹에서 최적의 PAPR 성능을 제공하는 위상 시퀀스를 선택하는 기능을 한다.
- [0073] 그룹에는 복수의 안테나가 포함되어 있으므로, 위상 시퀀스별로 PAPR은 다르게 나오게 된다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 그룹별 위상 선택부(310)는 특정 그룹에서 사용되는 다수의 위상 시퀀스들 중 해당 그룹에 속한 안테나 전체에 대해 최대 PAPR이 가장 작은 위상 시퀀스를 해당 그룹에서 사용할 위상 시퀀스로 선택한다.
- [0074] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 특정 그룹에서 사용되는 다수의 위상 시퀀스들 중 해당 그룹에 속한 안테나 전체에 대해 PAPR 평균을 연산하고 가장 낮은 PAPR 평균에 상응하는 위상 시퀀스를 선택할 수도 있을 것이다.
- [0075] 물론 상술한 방법 이외에도 최적의 성능을 보이는 위상 시퀀스 선택이 다양한 관점에서 다양한 방식에 의해 이루어질 수 있다는 점은 당업자에게 있어 자명할 것이다.
- [0076] 제1 실시예의 경우, 위와 같은 방식에 의해 위상 시퀀스 선택이 이루어지나, 제2 실시예의 경우 그룹별 위상 선택부(310)는 선택한 위상에 따른 에너지 효율을 추가적으로 연산한다.
- [0077] 여기서, 에너지 효율(Energy Efficiency: EE)은 주파수 효율(Spectral Efficiency)과 PAPR 및 전력 증폭기와 관련된 전력 소모량  $P_r$  (Watt)의 비로 정의된다. 구체적으로 에너지 효율(EE)은 다음의 수학적 식 3과 같이 정의될 수 있다.

**수학적 식 3**

[0078] 
$$EE = SE / P_r$$

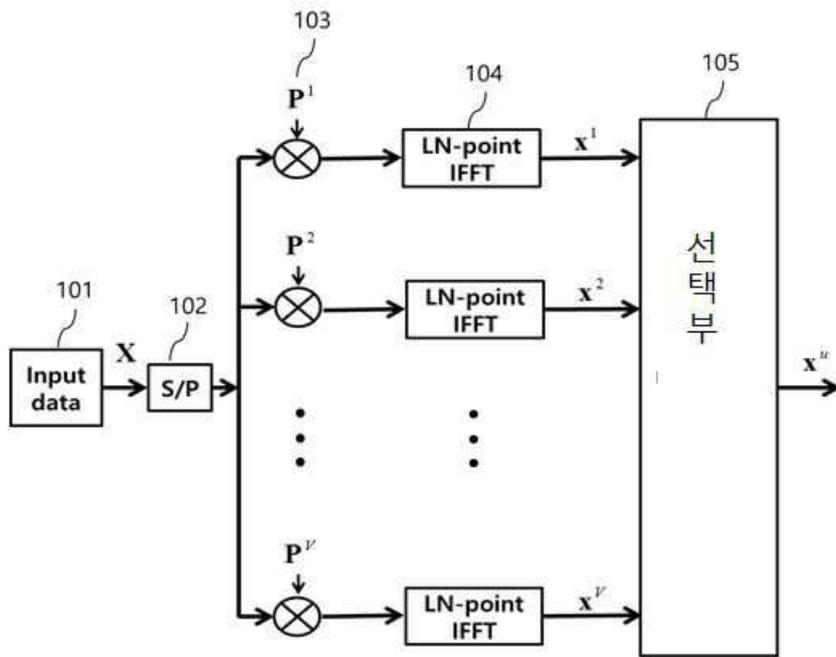
- [0079] 수학적 식 3에서, 에너지 효율의 단위는 bps/Hz/Watt로 나타낼 수 있다.
- [0080] 제2 실시예에서 그룹별 위상 선택부(310)에 의해 연산되는 에너지 효율은 갱신 제어부(530)로 피드백된다. 갱신 제어부(530)는 연산된 에너지 효율에 기초하여 갱신 여부 및 갱신 방법을 결정한다.
- [0081] 연산된 에너지 효율이 미리 설정된 제1 경계값 이상일 경우, 설정된 값들에 대한 갱신을 수행하지 않으며, 그룹별 위상 선택부(310)에서 선택된 위상이 사용된다.
- [0082] 그러나, 연산된 에너지 효율이 미리 설정된 제1 경계값 이하일 경우, 갱신 제어부(530)는 설정된 값들에 대한 갱신을 수행하도록 제어한다.
- [0083] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 경계값 내지 제3 경계값을 이용하여 갱신 동작이 제어될 수 있다. 여기서, 제1 경계값 > 제2 경계값 > 제3 경계값과 같은 관계가 성립한다.
- [0084] 연산된 에너지 효율이 제3 경계값보다 작을 경우, 갱신 제어부(530)는 그룹 수, 그룹별 안테나 및 위상 시퀀스의 수 모두를 갱신하도록 제어한다.
- [0085] 연산된 에너지 효율이 제3 경계값 보다는 크나 제2 경계값 보다는 작을 경우, 갱신 제어부(530)는 그룹 수는 갱

신하지 않고 그룹별 안테나 및 위상 시퀀스 수를 갱신하도록 제어한다.

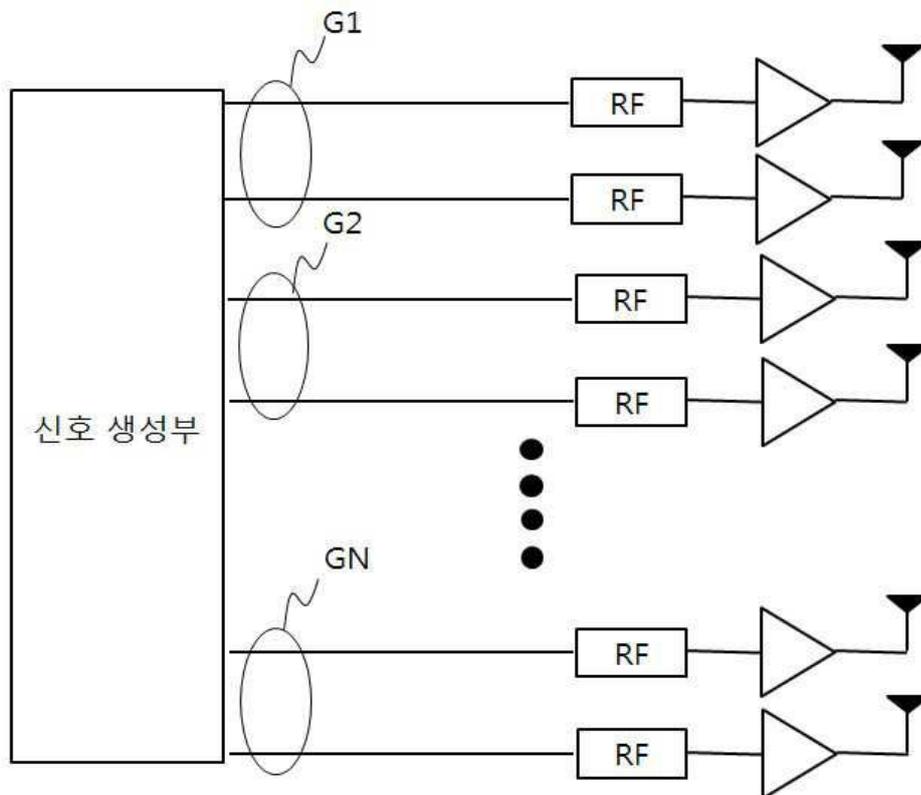
- [0086] 연산된 에너지 효율이 제2 경계값 보다는 크나 제1 경계값 보다는 작을 경우 그룹 수 및 그룹별 안테나는 갱신하지 않고 위상 시퀀스의 수만 갱신하도록 제어한다.
- [0087] 물론, 상술한 갱신 방법 외에 다른 갱신 방법이 적용될 수도 있다는 점은 당업자에게 있어 자명할 것이다.
- [0088] 갱신이 이루어지면 그룹별 위상 시퀀스 선택 및 이에 따른 에너지 효율 연산이 다시 이루어지며, 갱신은 에너지 효율이 제1 경계값 이상이 될 때까지 반복된다.
- [0089] 위상 적용부(320)는 각 그룹별로 선택된 위상 시퀀스를 적용하여 신호를 송신한다. 앞서 설명한 바와 같이, 각 그룹에 속한 모든 안테나에 대해 선택된 위상 시퀀스가 적용된다.
- [0090] 도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 SLM을 이용한 PAPR 저감 방법의 전체적인 흐름을 도시한 순서도이다.
- [0091] 도 6을 참조하면, 우선 안테나별로 송신할 신호에 대한 PAPR 정보를 모니터링을 통해 획득한다(단계 600).
- [0092] 안테나별 PAPR이 획득되면, 획득된 PAPR에 기초하여 안테나들에 대한 그룹핑을 수행한다(단계 602). 앞서 설명한 바와 같이, 유사한 PAPR을 가지는 안테나들이 동일한 그룹에 속하도록 그룹핑이 이루어진다.
- [0093] 그룹핑이 완료되면, 그룹별로 사용할 위상 시퀀스의 수를 결정한다(단계 604). 상대적으로 높은 PAPR을 가지는 안테나들로 형성된 그룹이 더 많은 수의 위상 시퀀스를 사용하도록 위상 시퀀스의 수가 결정된다.
- [0094] 그룹별 위상 시퀀스의 수가 결정되면, 각 그룹에 대해 최적의 PAPR 성능을 가지는 위상 시퀀스를 선택한다(단계 606). 앞서 설명한 바와 같이, 그룹에 속한 안테나들 중 최대 PAPR이 가장 작게 나오는 위상 시퀀스를 선택하거나 그룹에 속한 안테나 전체에 대해 PAPR 평균이 가장 낮게 나오는 위상 시퀀스를 선택할 수 있다.
- [0095] 각 그룹별 위상 시퀀스가 결정되면, 각 그룹에 속하는 안테나에 대해 선택된 위상 시퀀스를 적용하여 신호를 송신한다(단계 608).
- [0096] 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 SLM을 이용한 PAPR 저감 방법의 전체적인 흐름을 도시한 순서도이다.
- [0097] 도 7을 참조하면, 송신 안테나들에 대한 그룹의 수, 각 그룹에 속하는 안테나들 및 그룹에서 사용할 위상 시퀀스의 수를 설정한다(단계 700).
- [0098] 그룹 수, 그룹에 속하는 안테나 및 위상 시퀀스 수가 결정되면, 각 그룹에 적용할 위상 시퀀스를 선택한다(단계 702). 앞서 설명한 바와 같이, 그룹에 속한 안테나들 중 최대 PAPR이 가장 작게 나오는 위상 시퀀스를 선택하거나 그룹에 속한 안테나 전체에 대해 PAPR 평균이 가장 낮게 나오는 위상 시퀀스를 선택할 수 있다.
- [0099] 위상 시퀀스가 선택되면, 선택된 위상 시퀀스를 적용하여 에너지 효율을 연산한다(단계 704).
- [0100] 에너지 효율이 연산되면, 연산된 에너지 효율이 미리 설정된 경계값 이상인지 여부를 판단한다(706).
- [0101] 미리 설정된 임계값 이상일 경우, 선택된 위상 시퀀스를 적용하여 신호를 송신한다(단계 708). 그러나, 연산된 에너지 효율이 미리 설정된 경계값 이하일 경우 그룹의 수, 각 그룹에 속하는 안테나들 및 그룹에서 사용할 위상 시퀀스의 수를 설정하는 단계를 반복한다.
- [0103] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

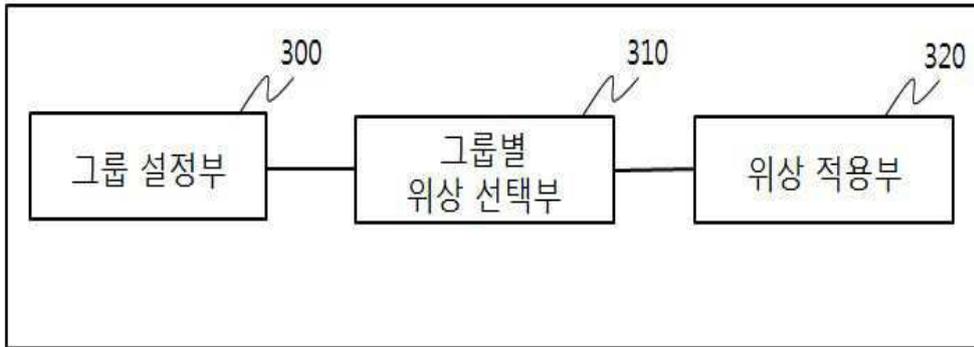
도면1



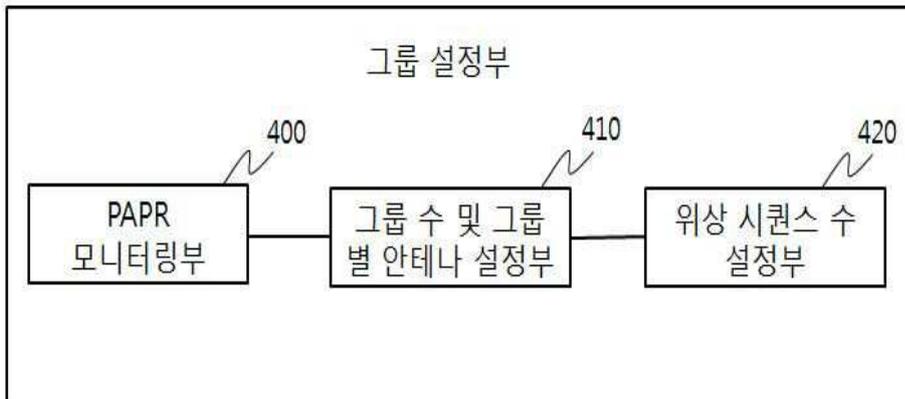
도면2



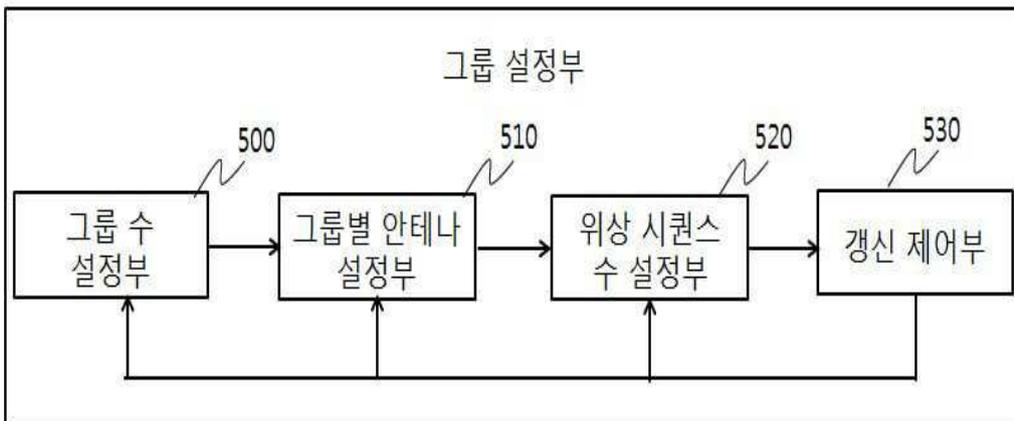
도면3



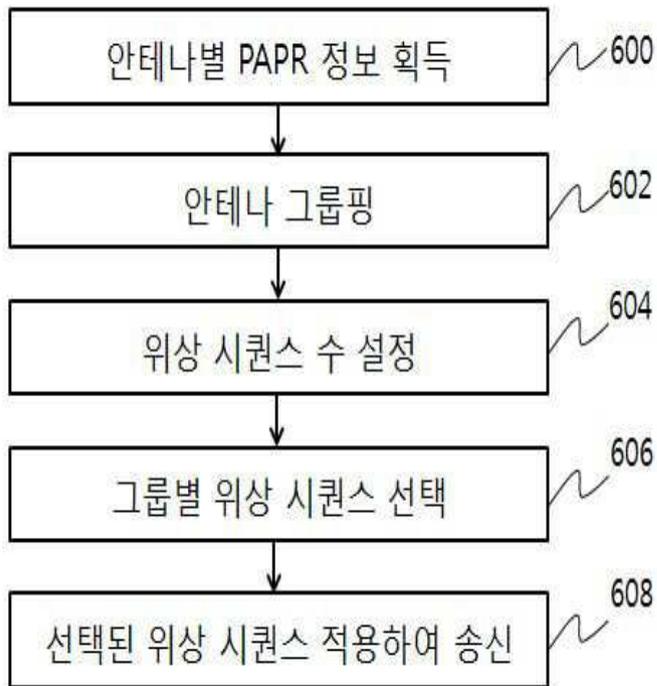
도면4



도면5



도면6



도면7

