



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년03월25일
(11) 등록번호 10-0949397
(24) 등록일자 2010년03월17일

(51) Int. Cl.

H02P 9/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0013189

(22) 출원일자 2008년02월13일

심사청구일자 2008년02월13일

(65) 공개번호 10-2009-0087755

(43) 공개일자 2009년08월18일

(56) 선행기술조사문헌

KR100768040 B1

JP2007037276 A

JP2005117879 A

KR1019980082297 A

전체 청구항 수 : 총 5 항

(73) 특허권자

현대중공업 주식회사

울산광역시 동구 전하동 1번지

(72) 발명자

이종찬

경기 수원시 영통구 영통동 황골마을아파트
132-1701

류승표

서울 송파구 가락동 95-1 금호아파트 105동 201호
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

최영복

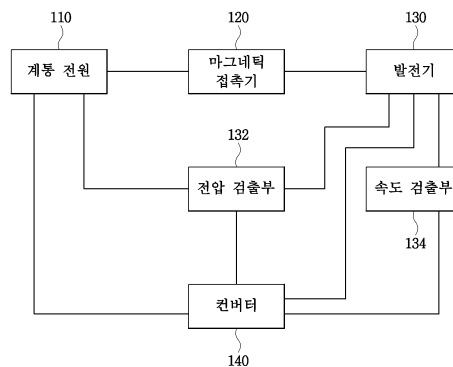
심사관 : 이영노

(54) 권선형 유도발전기의 전압 위상 동기화 제어방법

(57) 요약

본 발명은 전압 검출부에서 검출된 계통전원의 전압을 이용하여 전원전기각을 검출하고, 속도검출부에서 검출된 발전기의 회전자의 속도정보를 기초로 발전기의 회전자전기각을 계산하는 제 1단계와; 회전자전기각과 전원전기각을 이용하여 제 1슬립전기각을 계산하고, 제 1슬립전기각을 이용하여 발전기의 회전자에 전류를 인가하는 제 2단계와; 발전기의 고정자의 출력전압을 검출하여 고정자의 출력전압, 위상과 계통전원의 전압, 위상을 비교하는 제 3단계와; 전압검출부에서 검출된 발전기의 고정자의 출력전압을 이용하여 고정자전기각을 계산하는 제 4단계; 및 전원전기각과 고정자전기각을 이용하여 계통전원 전압의 위상차이를 계산하고, 위상차이를 기초로 제 1슬립전기각을 다시 계산하여 제 2슬립전기각을 얻는 제 5단계를 포함한다.

대 표 도 - 도3



(72) 발명자

김종규

서울 관악구 봉천11동 196-141 햇빛마을 502호

최현돈

울산 동구 방어동 나래골드 맨션 1505호

특허청구의 범위

청구항 1

전압 검출부에서 검출된 계통전원의 전압을 이용하여 전원전기각을 검출하고, 속도검출부에서 검출된 발전기의 회전자속도정보를 기초로 발전기의 회전자전기각을 계산하는 제 1단계;

상기 회전자전기각과 상기 전원전기각을 이용하여 제 1슬립전기각을 계산하고, 상기 제 1슬립전기각을 이용하여 발전기의 회전자에 전류를 인가하는 제 2단계;

상기 발전기의 고정자 출력전압을 검출하여 고정자의 출력전압, 위상과 계통전원의 전압, 위상을 비교하는 제 3 단계;

상기 전압검출부에서 검출된 발전기의 고정자 출력전압을 이용하여 고정자전기각을 계산하는 제 4단계; 및

상기 전원전기각과 상기 고정자전기각을 이용하여 상기 발전기의 고정자 출력전압과 상기 계통전원 전압의 위상 차이를 계산하고, 상기 위상차이를 기초로 제 1슬립전기각을 다시 계산하여 제 2슬립전기각을 얻는 제 5단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 권선형 유도발전기의 전압 위상 동기화 제어방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 전원전기각과 고정자전기각은,

위상고정루프(PLL:Phase Locked Loop)를 이용하여 계산되는 것을 특징으로 하는 권선형 유도발전기의 전압 위상 동기화 제어방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 제 2단계는,

상기 발전기의 회전자에 전류 인가 시 벡터제어기법을 이용하는 것을 특징으로 하는 권선형 유도발전기의 전압 위상 동기화 제어방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 제 5단계는,

상기 제 2슬립전기각을 이용하여 상기 발전기의 회전자에 전류를 인가하는 제 2전류인가단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 권선형 유도발전기의 전압 위상 동기화 제어방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 제 2전류인가단계는,

상기 제 2슬립전기각을 이용하여 위상차이가 "0"이 되도록 비례적분제어하는 것을 특징으로 하는 발전기의 전압 위상 동기화 제어방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

본 발명은 발전기의 전압과 위상의 동기화 제어방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 발전기의 출력전압과, 계통전원 전압의 연결 시 안정화되게 연결시키고, 기기들의 손상을 방지하기 위한 발전기의 전압과 위상의 동기

[0001]

화 제어방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로 발전시스템은 풍력, 소수력, 조력의 에너지를 전기에너지로 변환하는 발전시스템(system) 중에서 풍력, 소수력, 조력을 회전날개에서 발생하는 운동에너지를 이용하여 전기에너지로 변환시킨다.
- [0003] 이러한 발전시스템은 발전기의 회전속도를 발전개시속도에 도달시키면, 발전을 시작하기 위하여 발전기의 출력과 계통의 전원과 연결한다. 이때 직접 연결하게 되면 계통 전원에서 발전기 쪽으로 매우 큰 여자전류가 흐르게 되어 계통 전원 및 발전시스템의 기기에 손상을 발생시킨다.
- [0004] 도 1에 도시된 바와 같이 종래의 발전시스템은 돌입전류를 제한하기 위하여 발전기(20)와 계통전원(10)을 연결하는 마그네틱 접촉기(40, MC:Magnetic Contactor)와, 마그네틱 접촉기(40)에 병렬로 연결되는 초기여자 회로(50, Pre-exciting circuit)를 구성한다.
- [0005] 이런 종래의 발전시스템은 초기여자 회로의 여자전류를 서서히 증가시킨 후 마그네틱 접촉기(40, MC : Magnetic Contactor)를 작동시켜 계통 전원과 연결하였다.
- [0006] 이렇게 초기여자 회로를 이용한 종래의 발전시스템은 불필요한 회로가 추가되어 풍력발전시스템의 가격상승의 요인이 되며, 복잡한 연결과 부품의 신뢰성에 따라 발전시스템 전체의 신뢰성이 좌우되기 때문에 부품의 신뢰성이 저하되면 발전기시스템 전체의 신뢰성이 저하되었다.
- [0007] 따라서 이러한 단점을 보완하기 위해 컨버터를 이용하여 계통전원을 연결하였다.
- [0008] 도 2에 도시된 바와 같이 컨버터(30)를 이용한 발전시스템은 발전기(20)의 전압, 위상과 계통전원(10)의 전압, 위상을 같게 한 다음 발전기(20)의 출력을 계통전원(10)과 연결하였다. 즉, 컨버터(30)를 이용한 동기화 제어방법을 통해 제어하였다.
- [0009] 그러나 이런 종래의 발전시스템은 발전기의 출력측이 연결되지 않은 초기 상태일 경우 고정자 전압이 매우 적게 발생되고, 파형이 비정현파 상태에서 전압을 검출하기 때문에 위상을 찾는 것이 어렵고, 불완전하여 위상제어가 어렵게 됨으로써, 동기화 초기상태에서는 컨버터 및 발전기가 매우 불안정하고, 이런 불안정한 발전기에서 발생한 전원을 사용하는 여러 기기들이 손상되는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0010] 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위해 창출된 것으로서, 보다 상세하게는 계통 전원의 전압의 전원전기각과 발전기의 회전자전기각의 차이인 슬립전기각을 계산하여 발전기의 회전자에 전류를 인가함으로써, 발전기의 출력 전압을 정현파에 가깝게 하고 위상을 계통전원 전압의 위상과 같게 하여 발전기의 출력전압과, 계통전원 전압 연결 시 안정적으로 연결되게 하며, 기기들의 손상을 방지하기 위한 권선형 유도발전기의 전압 위상 동기화 제어방법을 제공한다.

과제 해결수단

- [0011] 본 발명은 전압 검출부에서 검출된 계통전원의 전압을 이용하여 전원전기각을 검출하고, 속도검출부에서 검출된 발전기의 회전자의 속도정보를 기초로 발전기의 회전자전기각을 계산하는 제 1단계와; 상기 회전자전기각과 상기 전원전기각을 이용하여 제 1슬립전기각을 계산하고, 상기 제 1슬립전기각을 이용하여 발전기의 회전자에 전류를 인가하는 제 2단계와; 상기 발전기의 고정자의 출력전압을 검출하여 고정자의 출력전압, 위상과 계통전원의 전압, 위상을 비교하는 제 3단계와; 상기 전압검출부에서 검출된 발전기의 고정자의 출력전압을 이용하여 고정자전기각을 계산하는 제 4단계; 및 상기 전원전기각과 상기 고정자전기각을 이용하여 계통전원 전압의 위상차이를 계산하고, 상기 위상차이를 기초로 제 1슬립전기각을 다시 계산하여 제 2슬립전기각을 얻는 제 5단계를 포함한다.
- [0012] 이때 상기 전원전기각과 고정자전기각은, 위상고정루프(PLL:Phase Locked Loop)를 이용하여 계산되는 것이 바람직하다.
- [0013] 이때 상기 전류인가단계는, 상기 발전기의 회전자에 전류 인가 시 벡터제어기법을 이용하는 것이 바람직하다.

[0014] 그리고 상기 제 3단계는, 상기 제 2슬립전기각을 이용하여 상기 발전기의 회전자에 전류를 인가하는 제 2전류인가단계를 포함하는 것이 바람직하다.

[0015] 이때 상기 제 2전류인가단계는, 상기 제 2슬립전기각을 이용하여 위상차이가 "0"이 되도록 비례적분제어하는 것이 바람직하다.

효 과

[0016] 본 발명은 계통 전원의 전원전기각과 발전기의 회전자전기각의 차이인 슬립전기각을 계산하여 발전기의 회전자에 전류를 인가함으로써, 발전기의 출력 전압을 정현파에 가깝게 하고, 발전기의 출력전압과, 계통전원 전압 연결 시 안정적으로 연결시켜 신뢰성을 높이고, 기기들의 손상을 방지하기 위한 권선형 유도발전기의 전압 위상 동기화 제어방법을 제공한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0017] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 권선형 유도발전기의 전압 위상 동기화 제어방법의 실시예를 설명한다.

[0018] 도 3은 본 발명에 따른 권선형 유도발전기의 전압 위상 동기화 제어방법의 실시예를 설명하기 위해 도시한 블록도이고, 도 4는 도 3에 도시된 실시예의 작동방법을 설명하기 위해 도시한 순서도이다.

[0019] 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이 본 실시예는 전압검출부(132)에서 검출된 계통전원(110)의 전압을 이용하여 전원전기각(θ_e)을 검출(S110)하고, 속도검출부(134)에서 검출된 발전기(130)의 회전자의 속도정보를 기초로 발전기의 회전자전기각(θ_r)을 검출(S120)하는 제 1단계와,

[0020] 회전자전기각(θ_r)과 전원전기각(θ_e)을 이용하여 제 1슬립전기각(θ_{sl})을 계산(S130)하고, 제 1슬립전기각(θ_{sl})을 이용하여 발전기의 회전자에 전류를 인가(S140)하는 제 2단계와; 발전기(130)의 고정자의 출력전압을 검출(S150)하여 고정자의 출력전압과 계통전원(110)의 전압을 비교(S160)하는 제 3단계와, 전압검출부(132)에서 검출된 발전기(130)의 고정자의 출력전압을 이용하여 고정자전기각(θ_s)을 계산(S170)하는 제 4단계 및 전원전기각(θ_e)과 고정자전기각(θ_s)을 이용하여 계통전원(110) 전압의 위상차이($\delta\theta_{sl}$)를 계산(S180)하고, 위상차이($\delta\theta_{sl}$)를 기초로 슬립전기각(θ_{sl})을 다시 계산하여 제 2슬립전기각(θ_{sl})을 얻는(S190) 제 5단계를 포함한다.

[0021] 제 1단계는 발전가능속도(cut-in speed)동기화가 시작되면, 전압검출부(132)에서 계통전원(110)의 전압을 검출(S110)하고, 이렇게 검출된 계통전원(110)의 전압을 이용하여 컨버터(140)에서 프로그램 계산을 통해 전원전기각(θ_e)을 검출(S110)한다.

[0022] 이때 전원전기각(θ_e)은 위상오차를 작게 하고 외란에 둔감한 방법인 위상고정루프(PLL:Phase Locked Loop)를 이용하여 계산함으로써, 정확하게 찾을 수 있다.

[0023] 이러한 위상고정루프는 출력 신호의 주파수를 항상 일정하게 유지하도록 구성된 주파수 부귀환 회로이다.

[0024] 여기서 위상은 하나의 주기 중의 어떤 위치를 표시하며, 이를 다른 말로는 전기각이라고도 한다.

[0025] 그리고 전원전기각(θ_e)을 검출(S110) 후 회전자 속도검출부(134)에서 검출된 회전자 속도정보를 이용하여 회전자전기각(θ_r)을 검출(S120)한다.

[0026] 제 2단계는 발전기(130)의 동기속도에서의 전원전기각(θ_e)와 회전자전기각(θ_r)의 차이인 제 1슬립전기각(θ_{sl})을 계산(S130)한다. 이때 제 1슬립전기각(θ_{sl})은 이하 표시된 [수학식 1]의 계산식에 의해 계산된다.

수학식 1

[0027]
$$\theta_{sl} = \theta_e - \theta_r$$

[0028] 이렇게 계산된 제 1슬립전기각(θ_{sl})을 이용하여 컨버터(140)에서 발전기(130)의 회전자에 전류를 1차적으로 인

가(S140)한다.

[0029] 이렇게 1차적으로 전류를 인가(S140) 시 벡터기법을 이용하여 전류를 인가하는데, 여기서 벡터기법은 고정자 전류를 자속 성분전류와 토오크성분 전류로 분리하여 독립제어 함으로써, 직류전동기와 동등한 제어특성을 부여하기 위한 제어 방식이다.

[0030] 또한 컨버터(140)에서 발전기(130)의 회전자에 전류 인가 시 서서히 전류의 크기를 증가시키면서 전류를 인가(S140)한다.

[0031] 제 3단계는 1차적으로 전류인가(S140)를 한 후 발전기(130)의 고정자의 출력전압을 전압검출부(132)를 통해 검출(S150)하고, 컨버터(140)에서 발전기의 출력전압과 계통전원(110)의 전압을 비교하여 두 전압이 같아질 때 까지 반복 수행(S160)한다.

[0032] 상세히 설명하면, 전기의 출력전압과 계통전원(110)의 전압을 비교하였을 때(S160) 두 전압이 같지 않으면, 다시 처음부터 제 1단계를 수행(S160)을 하고, 두 전압이 같아지면, 다음 단계를 수행(S160)하게 되는 것이다.

[0033] 제 4단계는 발전기(130)의 출력전압과 계통전원(110)의 전압이 같아질 경우(S160) 컨버터(140)는 전압검출부(132)에서 검출된 발전기(130)의 고정자 출력전압을 이용하여 발전기의 고정자전기각(θ_s)을 검출(S170)을 한다.

[0034] 이때 고정자전기각(θ_s)은 위상오차를 작게 하고 외란에 둔감한 방법인 위상고정루프(PLL:Phase Locked Loop)를 이용하여 계산함으로써, 정확하게 찾을 수 있다.

[0035] 제 5단계는 1단계에서 얻어진 전원전기각(θ_e)과 제 2단계에서 얻어진 고정자전기각(θ_s)을 이용하여 컨버터(140)에서 위상차이($\delta\theta_{sl}$)를 계산(S180)한다.

[0036] 이때 위상차이($\delta\theta_{sl}$)는 이하 표시된 [수학식 2]에 의해 계산된다.

수학식 2

[0037] $\delta\theta_{sl} = \theta_e - \theta_s$

[0038] 이렇게 계산된 위상차이($\delta\theta_{sl}$)를 이용하여 제 1슬립전기각(θ_{sl})을 다시 계산하여 제 2슬립전기각(θ_{sl})을 얻는(S190)다.

[0039] 이때 제 2슬립전기각(θ_{sl})은 이하 표시된 [수학식 3]에 의해 계산된다.

수학식 3

[0040] $\theta_{sl} = \theta_e - (\theta_r - \delta\theta_{sl})$

[0041] 그리고 위상차이가 "0"이 되도록 발전기(130)의 회전자에 전류를 2차적으로 인가하는 제 2전류인가단계(S200)를 포함한다.

[0042] 이러한 제 2전류인가단계(200)는 제 2슬립전기각(θ_{sl})을 이용하여 위상차이($\delta\theta_{sl}$)가 "0"이 되도록 비례적분제어(S200)를 하게 되는데, 여기서 비례적분제어(PI)는 목표값과 현재값 사이에서 편차가 발생할 경우 그 편차를 없애기 위해 시간에 따라 편차만큼을 계속적으로 가감한다.

[0043] 이런 제 5단계는 컨버터(140)에서 위상차이($\delta\theta_{sl}$)가 "0"이 되었는지를 비교(S210)하고, 위상차이($\delta\theta_{sl}$)가 "0"에 도달하지 못하였을 경우(S210) 제 1단계부터 다시 수행하고, 위상차이($\delta\theta_{sl}$)가 "0"인 경우(S210) 계통전원(110)과 발전기(130)의 고정자의 전압 크기, 위상이 일치화되었으므로 돌입전류의 발생이 최소화되고, 안정화 상태로 연결될 수 있게 한다.

[0044] 따라서 마그네틱 접촉기(120)를 작동시켜, 계통전원(110)과 발전기(130)를 연결(S220)시킴으로써, 컨버터(140)의 동기화 제어가 끝나쳐진다.

[0045] 이렇게 제 1슬립전기각(θ_{sl})과, 제 2슬립전기각(θ_{sl})을 계산하여 발전기(130)의 회전자에 전류를 인가함으로써,

발전기(130)의 출력전압이 정현파에 가깝게 되며, 계통전원(110)과의 연결 시 돌입전류가 최소화되어 안정화되게 연결시킬 수 있는 이점이 있다.

[0046] 또한 발전기(130)의 출력전압이 정현파에 가깝게 출력되기 때문에 기기들의 손상을 방지할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0047] 도 1 및 도 2는 종래의 발전기시스템을 설명하기 위해 도시한 회로도이다.

[0048] 도 3은 본 발명에 따른 권선형 유도발전기의 전압 위상 동기화 제어방법의 실시예를 설명하기 위해 도시한 블록도이다.

[0049] 도 4는 도 3에 도시된 실시예의 작동방법을 설명하기 위해 도시한 순서도이다.

[0050] <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

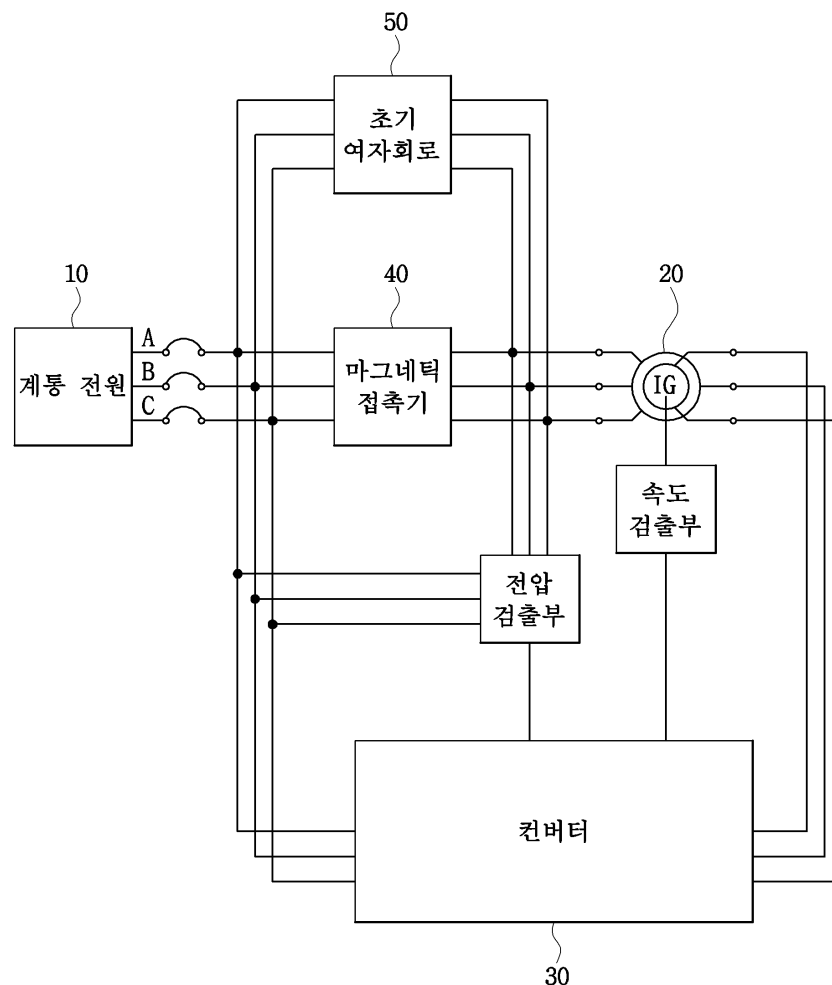
[0051] 110 : 계통전원 120 : 마그네틱 접촉기

[0052] 130 : 발전기 132 : 전압검출부

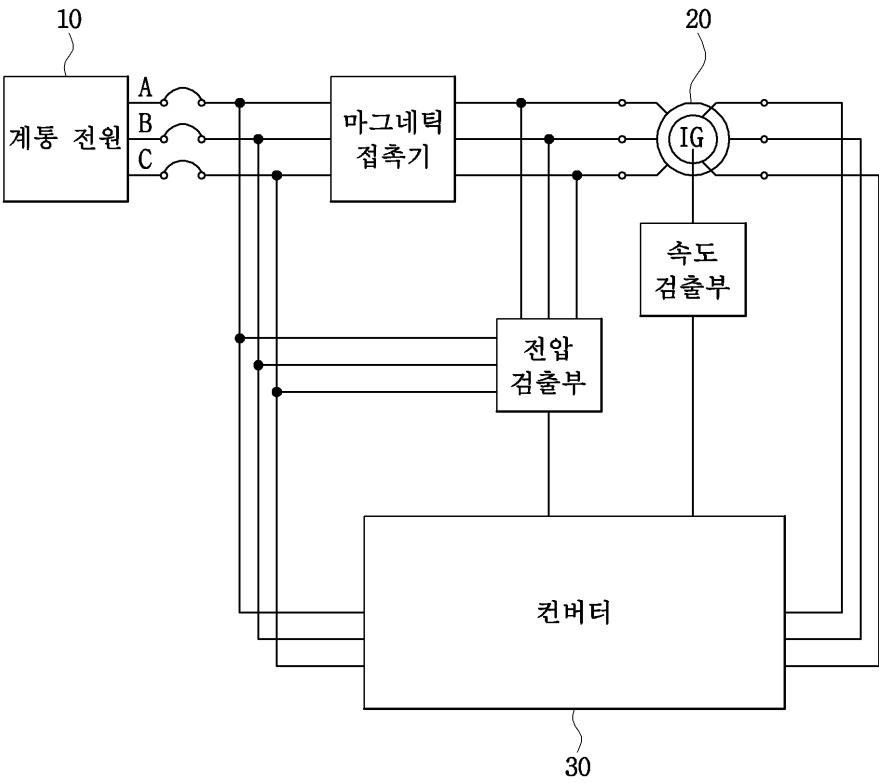
[0053] 134 : 속도검출부 140 : 컨버터

도면

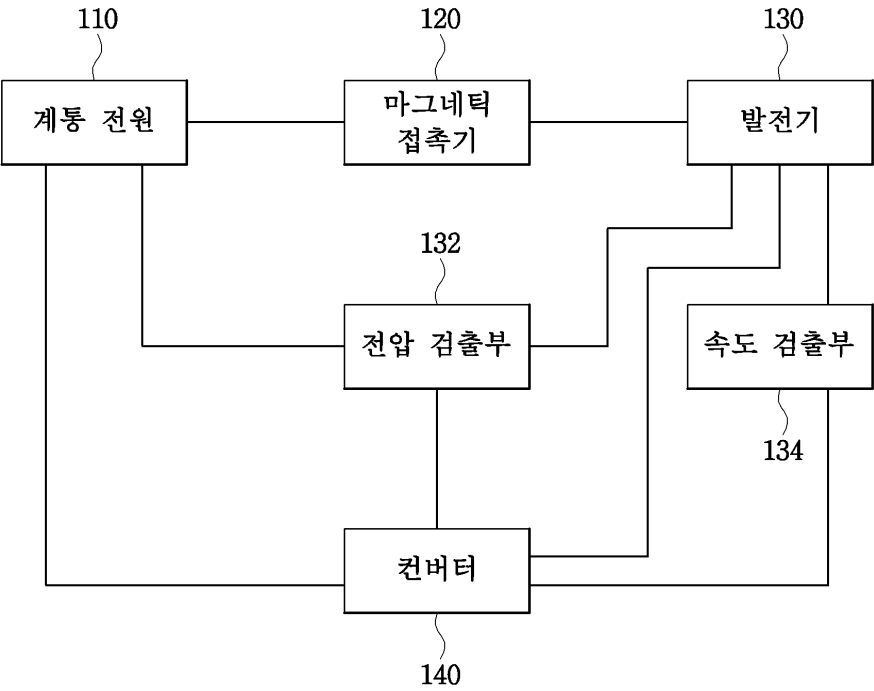
도면1



도면2



도면3



도면4

