



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년07월23일

(11) 등록번호 10-1538986

(24) 등록일자 2015년07월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/005 (2006.01) **H04B 7/14** (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-0022134
 (22) 출원일자 2014년02월25일
 심사청구일자 2014년02월25일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020100107915 A*
 KR1020110105621 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국과학기술원
 대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
 (72) 발명자
박현철
 대전시 유성구 대학로 291 한국과학기술원
심영규
 대전시 유성구 대학로 291 한국과학기술원
 (74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 14 항

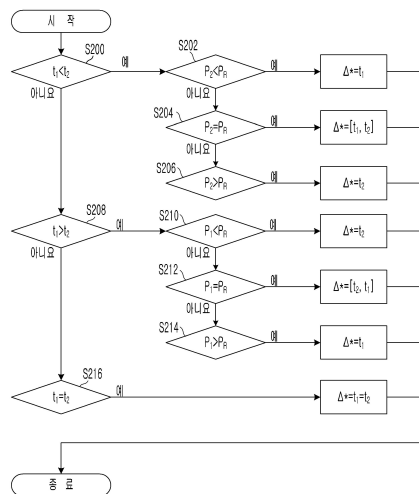
심사관 : 신상길

(54) 발명의 명칭 **양방향 중계 시스템의 시간 분배 장치 및 시간 분배 방법**

(57) 요약

본 발명에 따른 양방향 중계 시스템의 시간 분배 방법은 시간 분배 장치가 제1 단말, 제2 단말 및 중계기 사이의 전송 시간을 분배하는 방법에 있어서, 상기 제1 단말, 상기 제2 단말 및 상기 중계기 간의 채널 계수, 전송 전력 또는 전송 시간을 수신하는 단계, 상기 채널 계수, 상기 전송 전력 또는 상기 전송 시간을 이용해 적어도 하나 이상의 전송 시간 분배 계수 후보들을 계산하는 단계, 그리고 상기 적어도 하나 이상의 전송 시간 분배 계수 후보들을 이용하여 최적 전송 시간 분배 계수를 결정하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도5



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 KCA-2013-(09-911-05-003)

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국방송통신전파진흥원

연구사업명 방송통신기술개발사업(차세대통신네트워크원천기술개발사업)

연구과제명 Network coding을 이용한 광대역 무선-PON 결합 기술 개발

기여율 1/1

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2009.05.01 ~ 2014.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

시간 분배 장치가 제1 단말, 제2 단말 및 중계기 사이의 전송 시간을 분배하는 방법에 있어서,
 상기 제1 단말, 상기 제2 단말 및 상기 중계기 간의 채널 계수, 전송 전력 또는 전송 시간을 수신하는 단계,
 상기 채널 계수, 상기 전송 전력 또는 상기 전송 시간을 이용해 적어도 하나 이상의 전송 시간 분배 계수 후보들을 계산하는 단계, 그리고
 상기 적어도 하나 이상의 전송 시간 분배 계수 후보들을 이용하여 최적 전송 시간 분배 계수를 결정하는 단계를 포함하며,
 상기 결정하는 단계는,
 상기 적어도 하나 이상의 전송 시간 분배 계수 후보들을 비교하는 단계, 그리고
 상기 적어도 하나 이상의 전송 시간 분배 계수 후보들의 비교 결과에 따라, 상기 전송 전력을 비교하여 상기 최적 전송 시간 분배 계수를 결정하는 단계를 포함하는 시간 분배 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에서,
 상기 전송 시간 분배 계수 후보들을 계산하는 단계는,
 상기 전송 전력 및 상기 전송 시간을 이용해 상기 제1 단말, 상기 제2 단말 및 상기 중계기 간의 신호의 전송량을 계산하는 단계를 포함하는 시간 분배 방법.

청구항 4

제3항에서,
 상기 전송 시간 분배 계수 후보들을 계산하는 단계는,
 계산된 상기 전송량을 전송 시간 분배 계수와 전송 시간의 합으로 변환하고, 변환된 전송량을 이용해 전송 시간 분배 계수 후보들을 계산하는 단계를 더 포함하는 시간 분배 방법.

청구항 5

제1항에서,
 상기 채널 계수는,
 상기 제1 단말과 상기 중계기 사이의 제1 채널 계수와, 상기 제2 단말과 상기 중계기 사이의 제2 채널 계수를 포함하는 시간 분배 방법.

청구항 6

제1항, 제3항 내지 제 5항 중 어느 한 항에서,

상기 최적 전송 시간 분배 계수에 따라 상기 제1 단말 또는 상기 제2 단말에서 상기 중계기로 전송하는 제1 최적 전송 시간을 계산하고, 상기 중계기에서 상기 제1 단말 또는 상기 제2 단말로 전송하는 제2 최적 전송 시간을 계산하는 단계

를 더 포함하는 시간 분배 방법.

청구항 7

제6항에서,

상기 최적 전송 시간을 계산하는 단계는,

$\Delta_1^* = \Delta^* \Delta_{sum}^*$ 에 의 상기 제1 최적 전송 시간을 계산하고, $\Delta_2^* = (1 - \Delta^*) \Delta_{sum}^*$ 에 의해 상기 제2 최적 전송 시간을 계산하는 시간 분배 방법.

여기서, Δ_1^* 는 제1 최적 전송 시간, Δ^* 는 최적 전송 시간 분배 계수, Δ_{sum}^* 는 합 전송 시간 및 Δ_2^* 는 제2 최적 전송 시간이다.

청구항 8

제7항에서,

상기 합 전송 시간은,

상기 제1 단말 또는 상기 제2 단말이 상기 중계기로 신호를 전송하는 제1 전송 시간 및, 상기 중계기에서 상기 제1 단말 및 상기 제2 단말로 신호를 전송하는 제2 전송 시간의 합을 포함하는 시간 분배 방법.

청구항 9

제1 단말, 제2 단말 및 중계기 간의 전송 전력 또는 전송 시간을 수신하는 수신부,

상기 전송 전력 또는 상기 전송 시간을 이용해 복수의 전송 시간 분배 계수 후보들을 계산하는 계산부,

상기 복수의 전송 시간 분배 계수 후보들을 이용하여 최적 전송 시간 분배 계수를 결정하는 결정부, 그리고

상기 최적 전송 시간 분배 계수를 결정할 수 있도록 복수의 전송 시간 분배 계수 후보들 및 상기 전송 전력을 비교하여 상기 결정부로 제공하는 비교부

를 포함하는 시간 분배 장치.

청구항 10

삭제

청구항 11

제9항에서,

상기 결정부는,

상기 복수의 전송 시간 분배 계수 후보들 및 상기 전송 전력의 비교 결과를 이용하여 상기 제1 단말, 상기 제2 단말 및 상기 중계기 간의 신호 전송량을 최대로 하는 최적 전송 시간 분배 계수를 결정하는 시간 분배 장치.

청구항 12

제11항에서,

상기 전송 전력은,

상기 제1 단말에서 상기 중계기로 신호를 전송할 때의 전송 전력, 상기 제2 단말에서 상기 중계기로 신호를 전

송할 때의 전송 전력 또는, 상기 중계기가 상기 제1 단말 또는 상기 제2 단말로 신호를 전송할 때의 전송 전력을 포함하는 시간 분배 장치.

청구항 13

제11항에서,

상기 전송 시간은,

상기 제1 단말 또는 상기 제1 단말이 상기 중계기로 신호를 전송하는 제1 전송 시간 및, 상기 중계기에서 상기 제1 단말 및 상기 제2 단말로 신호를 전송하는 제2 전송 시간을 포함하는 시간 분배 장치.

청구항 14

제11항에서,

상기 수신부는,

상기 제1 단말과 상기 중계기 사이의 제1 채널 계수와, 상기 제2 단말과 상기 중계기 사이의 제2 채널 계수를 포함하는 채널 계수를 더 수신하는 시간 분배 장치.

청구항 15

제11항에서,

상기 계산부는,

$\Delta_1^* = \Delta^* \Delta_{sum}$ 에 의해 상기 제1 최적 전송 시간을 계산하고, $\Delta_2^* = (1 - \Delta^*) \Delta_{sum}$ 에 의해 상기 제2 최적 전송 시간을 계산하는 시간 분배 장치.

여기서, Δ_1^* 는 제1 최적 전송 시간, Δ^* 는 최적 전송 시간 분배 계수, Δ_{sum} 는 합 전송 시간 및 Δ_2^* 는 제2 최적 전송 시간이다.

청구항 16

제15항에서,

상기 제1 최적 전송 시간 및 상기 제2 최적 전송 시간을 이용해 신호를 전송하도록 제어하는 제어부를 더 포함하는 시간 분배 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 양방향 중계 시스템의 시간 분배 장치 및 시간 분배 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 양방향 중계 시스템은 단말들 사이에 중계기를 두고, 중계기가 단말들 사이의 신호 전송을 돕는 시스템이다. 여기서, 단말의 개수, 중계기의 개수 및 신호 전송 회수는 양방향 중계 시스템의 구현 방식에 따라 다양하게 설계할 수 있다.

[0003] 예를 들어, 양방향 중계 시스템은 두 개의 단말과 하나의 중계기가 존재하며, 두 번의 전송 과정을 사용하도록 구현될 수 있다. 이러한 양방향 중계 시스템에서 중계기는 각각의 단말로부터 신호를 수신하고, 수신된 신호를 가공하여 단말들로 송신한다.

[0004] 그러나, 종래의 양방향 중계 시스템은 단말과 중계기의 합 전송 시간에 제약이 있을 수 있으며, 이를 구현하기 위한 알고리즘이 복잡하다는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 단말과 중계기의 합 전송 시간의 제약하에서 전송량을 최대화할 수 있는 시간 분배 방법을 제안하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 시간 분배 방법은 시간 분배 장치가 제1 단말, 제2 단말 및 중계기 사이의 전송 시간을 분배하는 방법에 있어서, 상기 제1 단말, 상기 제2 단말 및 상기 중계기 간의 채널 계수, 전송 전력 또는 전송 시간을 수신하는 단계, 상기 채널 계수, 상기 전송 전력 또는 상기 전송 시간을 이용해 적어도 하나 이상의 전송 시간 분배 계수 후보들을 계산하는 단계, 그리고 상기 적어도 하나 이상의 전송 시간 분배 계수 후보들을 이용하여 최적 전송 시간 분배 계수를 결정하는 단계를 포함한다.

[0007] 상기 결정하는 단계는, 상기 적어도 하나 이상의 전송 시간 분배 계수 후보들을 비교하는 단계, 그리고 상기 적어도 하나 이상의 전송 시간 분배 계수 후보들의 비교 결과에 따라, 상기 전송 전력을 비교하여 상기 최적 전송 시간 분배 계수를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 전송 시간 분배 계수 후보들을 계산하는 단계는, 상기 전송 전력 및 상기 전송 시간을 이용해 상기 제1 단말, 상기 제2 단말 및 상기 중계기 간의 신호의 전송량을 계산하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 전송 시간 분배 계수 후보들을 계산하는 단계는, 계산된 상기 전송량을 전송 시간 분배 계수와 전송 시간의 합으로 변환하고, 변환된 전송량을 이용해 전송 시간 분배 계수 후보들을 계산하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0010] 상기 채널 계수는, 상기 제1 단말과 상기 중계기 사이의 제1 채널 계수와, 상기 제2 단말과 상기 중계기 사이의 제2 채널 계수를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 최적 전송 시간 분배 계수에 따라 상기 제1 단말 또는 상기 제2 단말에서 상기 중계기로 전송하는 제1 최적 전송 시간을 계산하고, 상기 중계기에서 상기 제1 단말 또는 상기 제2 단말로 전송하는 제2 최적 전송 시간을 계산하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0012] 상기 최적 전송 시간을 계산하는 단계는, $\Delta_1^* = \Delta^* \Delta_{sum}^*$ 에 의 상기 제1 최적 전송 시간을 계산하고, $\Delta_2^* = (1 - \Delta^*) \Delta_{sum}^*$ 에 의해 상기 제2 최적 전송 시간을 계산할 수 있다. 여기서, Δ_1^* 는 제1 최적 전송 시간, Δ^* 는 최적 전송 시간 분배 계수, Δ_{sum}^* 는 합 전송 시간 및 Δ_2^* 는 제2 최적 전송 시간이다.

[0013] 상기 합 전송 시간은, 상기 제1 단말 또는 상기 제1 단말이 상기 중계기로 신호를 전송하는 제1 전송 시간 및, 상기 중계기에서 상기 제1 단말 및 상기 제2 단말로 신호를 전송하는 제2 전송 시간의 합을 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 시간 분배 장치는 제1 단말, 제2 단말 및 중계기 간의 전송 전력 또는 전송 시간을 수신하는 수신부, 상기 전송 전력 또는 상기 전송 시간을 이용해 복수의 전송 시간 분배 계수 후보들을 계산하는 계산부, 그리고 상기 복수의 전송 시간 분배 계수 후보들을 이용하여 최적 전송 시간 분배 계수를 결정하는 결정부를 포함한다.

[0015] 상기 최적 전송 시간 분배 계수를 결정할 수 있도록 복수의 전송 시간 분배 계수 후보들 및 상기 전송 전력을 비교하여 상기 결정부로 제공하는 비교부를 더 포함할 수 있다.

[0016] 상기 결정부는, 상기 복수의 전송 시간 분배 계수 후보들 및 상기 전송 전력의 비교 결과를 이용하여 상기 제1 단말, 상기 제2 단말 및 상기 중계기 간의 신호 전송량을 최대로 하는 최적 전송 시간 분배 계수를 결정할 수 있다.

[0017] 상기 전송 전력은, 상기 제1 단말에서 상기 중계기로 신호를 전송할 때의 전송 전력, 상기 제2 단말에서 상기 중계기로 신호를 전송할 때의 전송 전력 또는, 상기 중계기가 상기 제1 단말 또는 상기 제2 단말로 신호를 전송할 때의 전송 전력을 포함할 수 있다.

[0018] 상기 전송 시간은, 상기 제1 단말 또는 상기 제1 단말이 상기 중계기로 신호를 전송하는 제1 전송 시간 및, 상

기 중계기에서 상기 제1 단말 및 상기 제2 단말로 신호를 전송하는 제2 전송 시간을 포함할 수 있다.

[0019] 상기 수신부는, 상기 제1 단말과 상기 중계기 사이의 제1 채널 계수와, 상기 제2 단말과 상기 중계기 사이의 제2 채널 계수를 포함하는 채널 계수를 더 수신할 수 있다.

[0020] 상기 계산부는, $\Delta_1^* = \Delta^* \Delta_{sum}$ 에 의해 상기 제1 최적 전송 시간을 계산하고, $\Delta_2^* = (1 - \Delta^*) \Delta_{sum}$ 에 의해 상기 제2 최적 전송 시간을 계산할 수 있다. 여기서, Δ_1^* 는 제1 최적 전송 시간, Δ^* 는 최적 전송 시간 분배 계수, Δ_{sum} 는 합 전송 시간 및 Δ_2^* 는 제2 최적 전송 시간이다.

[0021] 상기 제1 최적 전송 시간 및 상기 제2 최적 전송 시간을 이용해 신호를 전송하도록 제어하는 제어부를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따르면 두 개의 단말과 하나의 중계기가 존재하고 두 번의 전송 과정을 사용하는 양방향 중계 시스템에서 단말에서 중계기로의 전송 시간과 중계기에서 단말로의 전송 시간을 적절히 분배하여 합 전송량을 증가시킬 수 있는 환경을 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 두 개의 단말 사이에 있는 중계기가 두 번의 전송 과정을 사용하여 신호를 송수신하는 양방향 중계 시스템을 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 양방향 중계 시스템의 시간 분배 장치를 간략히 도시한 블록도이다.

도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른 양방향 중계 시스템의 시간 분배 장치를 좀 더 구체적으로 도시한 블록도이다.

도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 양방향 중계 시스템의 시간 분배 방법의 과정을 도시한 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 한 실시예에 따른 양방향 중계 시스템의 시간 분배 장치가 전송 시간 분배 계수 후보 및 전송 전력을 비교해 최적 전송 시간 분배 계수를 도출하는 과정을 구체적으로 도시한 흐름도이다.

도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따라 최적 전송 시간 분배 계수를 도출하는 과정을 구체적으로 도시한 흐름도이다.

도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 최적 전송 시간 분배 계수를 도출하는 과정을 구체적으로 도시한 흐름도이다.

도 8은 모의 실험 결과의 일 예를 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0025] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0026] 명세서 전체에서, 단말(terminal)은 이동국(mobile station, MS), 이동 단말(mobile terminal, MT), 가입자국(subscriber station, SS), 휴대 가입자국(portable subscriber station, PSS), 접근 단말(access terminal, AT), 사용자 장치(user equipment, UE) 등을 지칭할 수도 있고, 단말, MT, SS, PSS, AT, UE 등의 전부 또는 일부의 기능을 포함할 수도 있다.

[0027] 또한, 기지국(base station, BS) 또는 중계기는 노드B(node B), 고도화 노드B(evolved node B, eNodeB), 접근점(access point, AP), 무선 접근국(radio access station, RAS), 송수신 기지국(base transceiver station, BTS), MMR(mobile multihop relay)-BS 등을 지칭할 수도 있고, 노드B, eNodeB, AP, RAS, BTS, MMR-BS 등의 전부 또는 일부의 기능을 포함할 수도 있다.

[0028] 이제 도 1 내지 도 8을 참고하여 본 발명의 한 실시예에 따른 양방향 중계 시스템의 시간 분배 장치 및 시간 분배 방법에 대하여 상세하게 설명한다.

[0029] 도 1은 두 개의 단말 사이에 있는 중계기가 두 번의 전송 과정을 사용하여 신호를 송수신하는 양방향 중계 시스템을 도시한 도면이다.

[0030] 도 1을 참조하면, 양방향 중계 시스템은 두 개의 단말(10, 20)과 하나의 중계기(30)가 존재하고 두 번의 전송 과정을 사용한다.

[0031] 제1 전송 할 때(첫 번째 전송 할 때)는 Δ_1 시간 동안 제1 단말(10)이 신호 x_1 을 P_1 의 전력으로, 제2 단말(20)이 신호 x_2 를 P_2 의 전력으로 중계기(30)에 동시에 전송한다.

[0032] 그리고, 중계기(30)가 수신한 신호 y_R 는 다음의 수학식 1 같이 표현할 수 있다.

수학식 1

[0033]
$$y_R = h_1 x_1 + h_2 x_2 + n_R$$

[0034] 여기서, h_1 은 제1 채널 계수로 제1 단말(10)과 중계기(30) 사이의 채널 계수, h_2 는 제2 채널 계수로 제2 단말(20)과 중계기(30) 사이의 채널 계수, n_R 은 중계기(30)에서 수신되는 잡음이다.

[0035] 중계기(30)는 수신한 신호로부터 물리계층 네트워크 코딩 기법(physical layer network coding)을 사용하여 새로운 신호 x_R 을 생성한다.

[0036] 그리고, 제2 전송 할 때(두 번째 전송 할 때)는 Δ_2 시간 동안 중계기의 신호 x_R 을 P_R 의 전력으로 두 개의 단말에 동시에 전송한다.

[0037] 제1 단말(10)과 제2 단말(20)이 수신한 신호 y_1, y_2 는 다음의 수학식2 같이 표현할 수 있다.

수학식 2

[0038]
$$y_1 = h_1 x_R + n_1,$$

$$y_2 = h_2 x_R + n_2$$

[0039] 여기서, y_1 은 제1 단말(10)의 수신 신호, y_2 는 제2 단말(20)의 수신 신호이며, n_1 과 n_2 는 각각 제1 단말(10)과 제2 단말(20)에서 수신되는 잡음이다.

[0040] 잡음은 평균이 0이고 분산이 1인 백색 가우시안 잡음이라고 가정한다. 또한, 제1 전송 할 때(첫 번째 전송할 때)와 제2 전송 할 때(두 번째 전송할 때) 제1 채널 계수와 제2 채널 계수는 변하지 않는다고 가정한다.

[0041] 그리고, 제2 단말(20)에서 중계기(30)로 전송하는 채널 계수와 중계기(30)에서 제2 단말(20)로 전송하는 채널 계수는 같다고 가정한다. 또한, 제1 단말(10), 제2 단말(20), 중계기(30)는 제1 채널 계수, 제2 채널 계수, 제1

단말(10)의 전송 전력, 제2 단말(20)의 전송 전력, 중계기(30)의 전송 전력을 알고 있다고 가정할 수 있다.

[0042] 그리고, 합 전송량은 다음의 수학적 식 3과 같다. 합 전송량은 제1 단말(10)의 정보가 중계기(30)를 거쳐서 제2 단말(20)로 전송될 때 전송량과 제2 단말(20)의 정보가 중계기(30)를 거쳐서 제1 단말(10)로 전송될 때 전송량의 합이다.

수학적 식 3

[0043]
$$R_{sum} = \min(R_{1R}, R_{R2}) + \min(R_{2R}, R_{R1})$$

[0044] 여기서, R_{sum} 은 합 전송량이고, R_{1R} 은 제1 단말(10)이 중계기(30)로 전송할 때 전송량, R_{R2} 는 중계기(30)가 제2 단말(20)로 전송할 때 전송량, R_{2R} 은 제2 단말(20)이 중계기(30)로 전송할 때 전송량, R_{R1} 는 중계기(30)가 제1 단말(10)로 전송할 때 전송량이다. 이때, $\min(a, b)$ 은 괄호 안의 값 중에서 가장 작은 값을 나타낸다.

[0045] 여기서, R_{1R} , R_{R2} , R_{2R} , R_{R1} 은 다음의 수학적 식 4와 같다.

수학적 식 4

$$R_{1R} = \Delta_1 \log_2(1 + |h_1|^2 P_1)$$

$$R_{R2} = \Delta_2 \log_2(1 + |h_2|^2 P_R)$$

$$R_{2R} = \Delta_1 \log_2(1 + |h_2|^2 P_2)$$

[0046]
$$R_{R1} = \Delta_2 \log_2(1 + |h_1|^2 P_R)$$

[0047] 여기서, Δ_1 은 제1 전송 시간, Δ_2 은 제2 전송 시간, h_1 은 제1 채널 계수, h_2 은 제2 채널 계수, P_1 은 제1 단말의 전송 전력, P_2 은 제2 단말의 전송 전력, P_R 은 중계기의 전송 전력이다. 이때, 제1 전송 시간은 제1 단말(10) 또는 제2 단말(20)에서 중계기(30)로 전송하는 시간이고, 제2 전송 시간은 중계기(30)에서 제1 단말(10) 또는 제2 단말(20)로 신호를 전송하는 시간을 나타낸다.

[0048] 그러므로, 본 발명에서 합 전송량은 제1 전송 시간, 제2 전송 시간, 제1 단말(10)과 중계기(30) 사이의 채널 계수의 절대값의 제곱값, 제2 단말(20)과 중계기(30) 사이의 채널 계수의 절대값의 제곱값, 제1 단말(10)의 전송 전력, 제2 단말(20)의 전송 전력 및 중계기(30)의 전송 전력에 의해서 결정된다.

[0049] 따라서, 본 발명은 제1 단말(10)과 중계기(30) 사이의 채널 계수의 절대값의 제곱값과, 제2 단말(20)과 중계기(30) 사이의 채널 계수의 절대값의 제곱값을 알고 있으며, 제1 단말(10)의 전송 전력, 제2 단말(20)의 전송 전력 및 중계기(30)의 전송 전력을 알고 있으므로, 합 전송 시간의 제약하에서 제1 전송 시간과 제2 전송 시간으로 최적의 방법으로 분배함으로써, 합 전송량을 최대화할 수 있다.

[0050] 이제 도 2 및 도3을 참고하여 본 발명의 한 실시예에 따른 양방향 중계 시스템의 시간 분배 장치의 구성을 상세히 설명한다.

[0051] 도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 양방향 중계 시스템의 시간 분배 장치를 간략히 도시한 블록도이며, 도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른 양방향 중계 시스템의 시간 분배 장치를 좀 더 구체적으로 도시한 블록도이다. 이때, 시간 분배 장치는 본 발명의 실시예에 따른 설명을 위해 필요한 개략적인 구성만을 도시할 뿐 이러한 구성

에 국한되는 것은 아니다.

- [0052] 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 한 실시예에 따른 양방향 중계 시스템의 시간 분배 장치는 송수신부(110), 변환부(120), 계산부(130), 비교부(140), 결정부(150) 및, 제어부(160)를 포함한다.
- [0053] 송수신부(110)는 제1 단말(10), 제2 단말(20) 및 중계기(30) 간의 신호를 수신하거나, 제1 단말(10), 제2 단말(20) 및 중계기(30) 간의 전송 전력 및 합 전송 시간 및 채널 계수들을 수신한다. 송수신부(110)는 제1 채널 계수 절대값의 제공값 및 제2 채널 계수 절대값의 제공값을 수신한다.
- [0054] 그리고, 송수신부(110)는 하기에 계산된 최적 전송 시간 값을 제1 단말(10), 제2 단말(20) 및 중계기(30)에 제공한다.
- [0055] 변환부(120)는 전송량을 시간 분배 계수와 합 전송 시간 표현식으로 변환하기 위한 각종 변환을 수행한다. 변환부(120)는 전송량 변환부(122)를 포함하며, 전송량 변환부(122)는 전송량 계산부(132)에서 계산된 전송량을 시간 분배 계수와 합 전송 시간 표현식으로 변환한다.
- [0056] 계산부(130)는 제1 단말(10) 및 제2 단말(20)과 중계기(30)의 최적 전송 시간을 도출하기 위한 각종 계산을 수행한다. 그리고, 계산부(130)는 전송량 계산부(132), 전송 시간 분배 계수 후보들 계산부(134) 및 최적 전송 시간 계산부(136)를 포함한다.
- [0057] 전송량 계산부(132)는 상기 수학적 식 4를 이용해 전송량들을 계산한다. 여기서 전송량은 제1 단말(10)이 중계기(30)로 전송할 때 전송량, 중계기(30)가 제2 단말(20)로 전송할 때 전송량, 제2 단말(20)이 중계기(30)로 전송할 때 전송량, 중계기(30)가 제1 단말(10)로 전송할 때 전송량, 제1 단말(10)과 제2 단말(20)이 중계기(30)로 동시에 전송할 때 전송량 등을 포함한다.
- [0058] 전송 시간 분배 계수 후보들 계산부(134)는 전송량 변환부(122)에서 변환된 식 중에서 어느 하나 최대로 하거나 변환된 식들을 같게 하는 시간 분배 계수를 계산한다.
- [0059] 그리고, 최적 전송 시간 계산부(136)는 최적 시간 분배 계수와 합 전송 시간을 이용해 제1 단말(10) 및 제2 단말(20)의 최적 전송 시간, 중계기(30)의 최적 전송 시간을 계산한다.
- [0060] 비교부(140)는 합 전송량을 최대로 하는 최적 시간 분배 계수를 도출하기 위해서 복수의 전송 시간 분배 계수 후보들 비교하고, 제1 단말(10), 제2 단말(20) 및 중계기(30)의 전송 전력을 비교한다. 그리고, 비교부(140)는 전송 시간 분배 계수 후보들 비교부(142) 및 전송 전력 비교부(144)를 포함한다.
- [0061] 전송 시간 분배 계수 후보들 비교부(142)는 전송 시간 분배 계수 후보들의 크기를 비교한다.
- [0062] 그리고, 전송 전력 비교부(144)는 전송 시간 분배 계수 후보들 비교부(142)의 비교 결과에 따라 전송 전력의 크기를 비교한다.
- [0063] 결정부(150)는 최적 시간 분배 계수 결정부(152)를 포함하며, 비교부(140)의 비교 결과를 이용해 최적 시간 분배 계수를 결정한다. 그리고, 제어부(160)는 송수신부(110), 변환부(120), 계산부(130), 비교부(140), 결정부(150) 각각의 동작이 원활하게 수행되도록 제어한다.
- [0064] 여기서, 도 2 및 도 3은 본 발명의 한 실시예에 따라 비교부(140)와 결정부(150)를 각각 구현하였지만, 아래의 도 5에 도시된 흐름도와 같이 비교부(140)와 결정부(150)를 하나로 구현하는 등의 다양한 변형이 가능하다.
- [0065] 그리고, 본 발명은 전송 전력을 비교하지 않고도 전송 시간 분배 계수 후보들만을 비교해서 최적 시간 분배 계수를 구할 수도 있다. 그리고, 이와 같이 전송 시간 분배 계수 후보들만을 비교해서 최적 시간 분배 계수를 구할 때의 비교 방법은 여러 가지가 있을 수 있으며, 본 발명의 실시예에 한정되지 않는다.
- [0066] 도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 양방향 중계 시스템의 시간 분배 방법의 과정을 도시한 흐름도이다. 이때, 이하의 흐름도는 도 1 내지 도 2의 구성과 연계하여 동일한 도면부호를 사용하여 설명한다.
- [0067] 도 4를 참조하면, 본 발명의 한 실시예에 따른 시간 분배 장치(100)는 제1 단말(10), 제2 단말(20) 및 중계기(30) 간의 채널 계수, 전송 전력 또는 전송 시간을 수신한다(S100). 그리고, 시간 분배 장치(100)는 전송량 변환부(122)에서 전송량을 시간 분배 계수와 합 전송 시간으로 변환한다.
- [0068] 우선, 전송 시간 분배 계수는 제1 전송 시간을 합 전송 시간으로 나눈 값으로 다음의 수학적 식 5와 같다.

수학식 5

$$\Delta = \frac{\Delta_1}{\Delta_{sum}}$$

[0069]

[0070] 여기서, Δ 는 전송 시간 분배 계수이고, 전송 시간 분배 계수는 0 보다 크고 1보다 작은 값을 갖는다. 그리고, Δ_{sum} 은 합 전송 시간이다.

[0071]

또한, 합 전송 시간은 제1 전송 시간과 제2 전송 시간의 합으로 다음의 수학식 6과 같다.

수학식 6

$$\Delta_1 + \Delta_2 = \Delta_{sum}$$

[0072]

[0073] 그리고, 위의 수학식들을 이용하여 제1 전송 시간과 제2 전송 시간은 전송 시간 분배 계수와 합 전송 시간으로 표현 할 수 있고 다음의 수학식 7와 같다.

수학식 7

$$\Delta_1 = \Delta \Delta_{sum},$$

$$\Delta_2 = (1 - \Delta) \Delta_{sum}$$

[0074]

[0075] 위의 수학식을 사용하여 제1 단말(10)이 중계기(30)로 전송할 때 전송량(R_{1R}), 중계기(30)가 제2 단말(20)로 전송할 때 전송량(R_{R2}), 제2 단말(20)이 중계기(30)로 전송할 때 전송량(R_{2R}), 중계기(30)가 제1 단말(10)로 전송할 때 전송량(R_{R1})을 전송 시간 분배 계수와 합 전송 시간으로 표현한 변환식은 다음의 수학식 8과 같다.

수학식 8

$$R_{1R}(\Delta) = \{\Delta \log_2(1 + |h_1|^2 P_1)\} \Delta_{sum}$$

$$R_{R2}(\Delta) = \{(1 - \Delta) \log_2(1 + |h_2|^2 P_R)\} \Delta_{sum}$$

$$R_{2R}(\Delta) = \{\Delta \log_2(1 + |h_2|^2 P_2)\} \Delta_{sum}$$

$$R_{R1}(\Delta) = \{(1 - \Delta) \log_2(1 + |h_1|^2 P_R)\} \Delta_{sum}$$

[0076]

[0077] 여기서, $R_{1R}(\Delta)$ 은 제1 단말(10)이 중계기(30)로 전송할 때 전송량 변환식으로, 제1 단말(10)이 중계기(30)로 전송할 때 전송량(R_{1R})을 전송 시간 분배 계수(Δ)와 합 전송 시간(Δ_{sum})으로 표현한 수식이다.

[0078]

$R_{R2}(\Delta)$ 는 중계기(30)가 제2 단말(20)로 전송할 때 전송량 변환식으로 중계기(30)가 제2 단말(20)로 전송할 때

전송량(R_{R2})을 전송 시간 분배 계수(Δ)와 합 전송 시간(Δ_{sum})으로 표현한 수식이다.

[0079]

$R_{2R}(\Delta)$ 는 제2 단말(20)이 중계기(30)로 전송할 때 전송량 변환식으로 제2 단말(20)이 중계기(30)로 전송할 때 전송량(R_{2R})을 전송 시간 분배 계수(Δ)와 합 전송 시간(Δ_{sum})으로 표현한 수식이다.

[0080]

$R_{R1}(\Delta)$ 는 중계기(30)가 제1 단말(10)로 전송할 때 전송량 변환식으로 중계기(30)가 제1 단말(10)로 전송할 때 전송량(R_{R1})을 전송 시간 분배 계수(Δ)와 합 전송 시간(Δ_{sum})으로 표현한 수식이다.

[0081]

또한, 위의 수학적식들을 사용하여, 합 전송량을 최대로 하기 위한 복수의 전송 시간 분배 계수 후보들을 도출하며, 본 발명의 한 실시예에 따른 전송 시간 분배 계수 후보들은 다음의 수학적식 9와 같이 계산된다(S110).

수학적식 9

$$t_1 = \frac{\log_2(1 + |h_2|^2 P_R)}{\log_2(1 + |h_1|^2 P_1) + \log_2(1 + |h_2|^2 P_R)}$$

$$t_2 = \frac{\log_2(1 + |h_1|^2 P_R)}{\log_2(1 + |h_2|^2 P_2) + \log_2(1 + |h_1|^2 P_R)}$$

[0082]

여기서, t_1 은 제1 단말(10)이 중계기(30)로 전송할 때의 전송량 변환식($R_{1R}(\Delta)$)과 중계기(30)가 제2 단말(20)로 전송할 때의 전송량 변환식($R_{R2}(\Delta)$)을 곱해 하는 전송 시간 분배 계수(Δ)이다.

[0083]

t_2 는 제2 단말(20)이 중계기(30)로 전송할 때의 전송량 변환식($R_{2R}(\Delta)$)과 중계기(30)가 제1 단말(10)로 전송할 때의 전송량 변환식($R_{R1}(\Delta)$)을 곱해 하는 전송 시간 분배 계수(Δ)이다.

[0084]

그리고, 시간 분배 장치(100)는 복수의 전송 시간 분배 계수 후보들 및 전송 전력을 비교하여 최적 전송 시간 분배 계수를 결정한다(S120).

[0085]

도 5는 본 발명의 한 실시예에 따른 양방향 중계 시스템의 시간 분배 장치가 전송 시간 분배 계수 후보 및 전송 전력을 비교해 최적 전송 시간 분배 계수를 도출하는 과정을 구체적으로 도시한 흐름도이다.

[0086]

도 5를 참조하면, 시간 분배 장치(100)는 전송 시간 분배 계수 후보들의 비교(S200, S208, S216) 결과에 따라 전송 전력을 비교한다.

[0087]

여기서, t_2 가 t_1 보다 큰 경우(S200)에는 전송 시간 분배 계수 후보들의 비교 과정(S202 내지 S206)을 거쳐 하나 또는 복수개의 전송 시간 분배 계수 후보들이 최적 시간 분배 계수(Δ^*)로 결정될 수 있다.

[0088]

그리고, t_1 이 t_2 보다 큰 경우(S208)에는 전송 전력의 크기를 비교하는 과정(S210 내지 S212)을 거쳐 전송 시간 분배 계수 후보들 중에 하나 또는 복수개가 최적 시간 분배 계수(Δ^*)로 결정될 수 있다.

[0089]

[0090] 또한, t_1 과 t_2 가 동일한 경우(S216)에는 전송 전력의 크기를 비교하는 과정을 거치지 않고, t_1 과 t_2 모두가 최적 시간 분배 계수(Δ^*)로 결정될 수 있다.

[0091] 여기서 $\Delta^* = [t_1, t_2]$ 은 최적 전송 시간 분배 계수가 t_1 과 t_2 사이의 모든 값이 된다는 것을 의미하고, $\Delta^* = [t_1, t_2]$ 은 최적 전송 시간 분배 계수가 t_2 와 t_1 사이의 모든 값이 된다는 것을 의미한다.

[0092] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따라 최적 전송 시간 분배 계수를 도출하는 과정을 구체적으로 도시한 흐름도이고, 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 최적 전송 시간 분배 계수를 도출하는 과정을 구체적으로 도시한 흐름도이다. 여기서,

[0093] 따라서, 시간 분배 장치(100)는 도 5 내지 도 7의 비교 과정을 거쳐 t_1 과 t_2 중 한 개 또는 둘 다 최적 전송 시간 분배 계수 Δ^* 를 결정한다.

[0094] 그리고, 전송 시간 계수 후보들의 개수는 본 발명의 실시예에 한정되지 않으며, 복수개의 전송 시간 계수 후보들이 존재하고, 이들 중 복수개의 값들이 최적 전송 시간 분배 계수로 결정될 수 있다. 또한, 전송 시간 계수 후보들 중에 두 개 값의 사이 값들이 최적 전송 시간 분배 계수 Δ^* 로 결정될 수도 있다.

[0095] 그리고, 시간 분배 장치(100)는 최적 전송 시간 분배 계수에 따라 단말 및 중계기 간의 제1 최적 전송 시간 및 제2 최적 전송 시간을 계산한다(S130). 이때, 본 발명은 상기 도 5 내지 도 7에서 구한 최적 시간 분배 계수에 따라 단말 및 중계기 간의 최적 전송 시간을 계산한다.

[0096] 그리고 나서, 제1 단말(10) 및 제2 단말(20)이 중계기(30)로 제1 최적 시간 동안 신호를 전송하고, 중계기(30)가 제1 단말(10) 및 제2 단말(20)에 제2 최적 시간 동안 신호를 전송한다(S140).

[0097] 여기서, 최적 전송 시간을 계산하는 식은 다음의 수학적 식 10과 같다.

수학적 식 10

$$\Delta_1^* = \Delta^* \Delta_{sum}$$

$$\Delta_2^* = (1 - \Delta^*) \Delta_{sum}$$

[0098]

[0099] 여기서 Δ_1^* 은 제1 최적 전송 시간, Δ_2^* 은 제2 최적 전송 시간, Δ^* 은 최적 전송 시간 분배 계수이다.

[0100] 도 8은 모의 실험 결과의 일 예를 도시한 그래프이다.

[0101] 도 8을 참조하면, 모의 실험에서는 제안한 최적 시간 분배 방법과 균등 시간 분배 방법을 비교하였다.

[0102] 본 발명에서 제안한 최적 시간 분배 방법은 $\Delta_1^* = \Delta^* \Delta_{sum}$ 에 의해 제1 전송 시간을 계산하고 $\Delta_2^* = (1 - \Delta^*) \Delta_{sum}$ 에 의해 제2 전송 시간을 계산한다.

[0103] 그리고, 균등 전송 시간 분배 방법은 $\Delta_1 = \frac{1}{2} \Delta_{sum}$ 에 의해 제1 전송 시간을 계산하고, $\Delta_2 = \frac{1}{2} \Delta_{sum}$ 에 의해 제2 전송 시간을 계산한다.

[0104] 도 8의 모의 실험에서 $|h_1|^2$ 은 1, $|h_2|^2$ 은 1, $P_R=10[\text{dB}]$, Δ_{sum} 은 1로 설정한다. 그리고, P_1 과 P_2 을 동일하게

0[dB]에서 20[dB]로 변화시키면서 제안한 최적 전송 시간 분배 방법과 균등 전송 시간 분배 방법의 합 전송량을 산출한다. 따라서, 도 8의 모의 실험 결과에서 보듯이, 제안한 최적 전송 시간 분배 방법이 균등 전송 시간 분배 방법보다 크거나 같은 합 전송량을 나타냄을 알 수 있다.

[0105] 이와 같은 과정을 통해서, 본 발명은 두 개의 단말과 하나의 중계기가 존재하고 두 번의 전송 과정을 사용하는 양방향 중계 시스템에서 말에서 중계기로의 전송 시간과 중계기에서 단말로의 전송 시간을 적절히 분배하여 합 전송량을 증가시킬 수 있는 환경을 제공한다.

[0106] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예는 장치 및 방법을 통해서만 구현이 되는 것은 아니며, 본 발명의 실시예의 구성에 대응하는 기능을 실현하는 프로그램 또는 그 프로그램이 기록된 기록 매체를 통해 구현될 수도 있다.

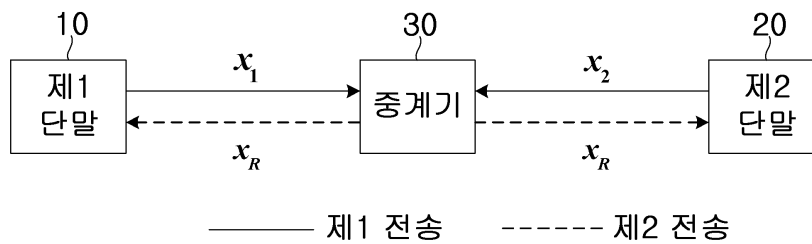
[0107] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

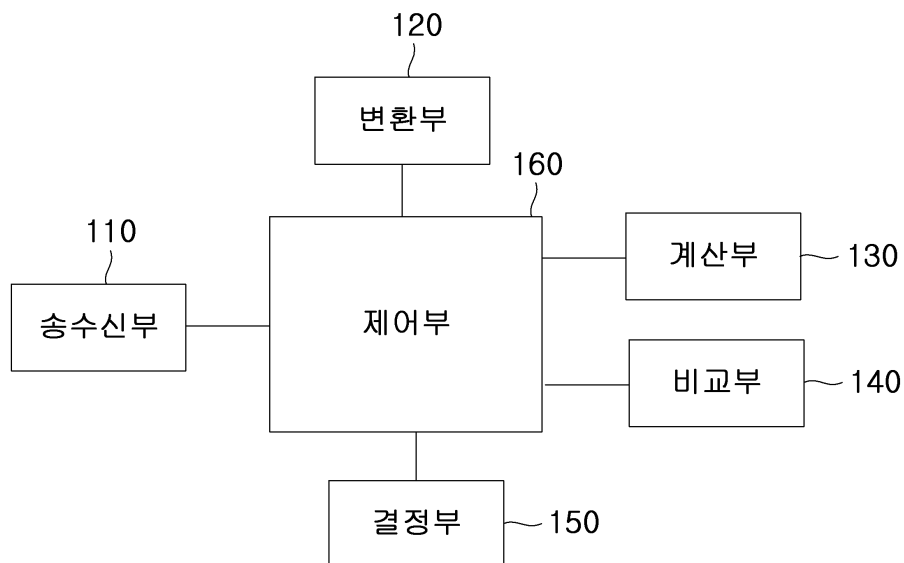
- [0108]
- | | |
|-----------|----------|
| 110: 송수신부 | 120: 변환부 |
| 130: 계산부 | 140: 비교부 |
| 150: 결정부 | 160: 제어부 |

도면

도면1

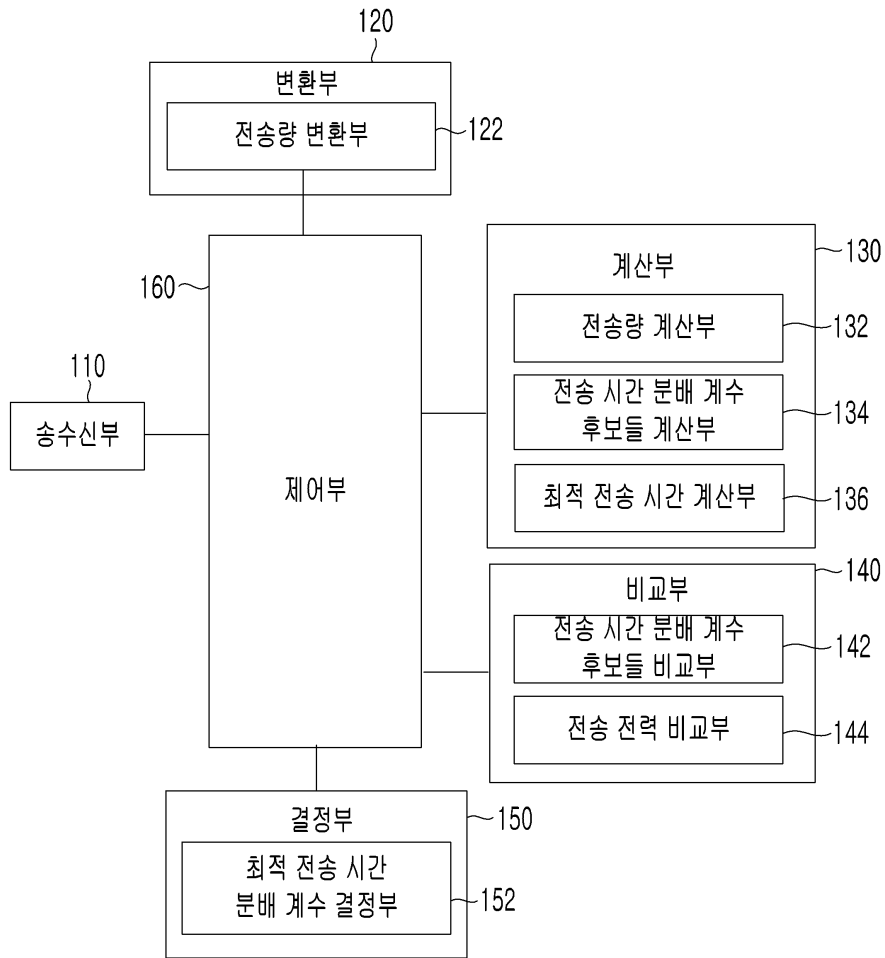


도면2

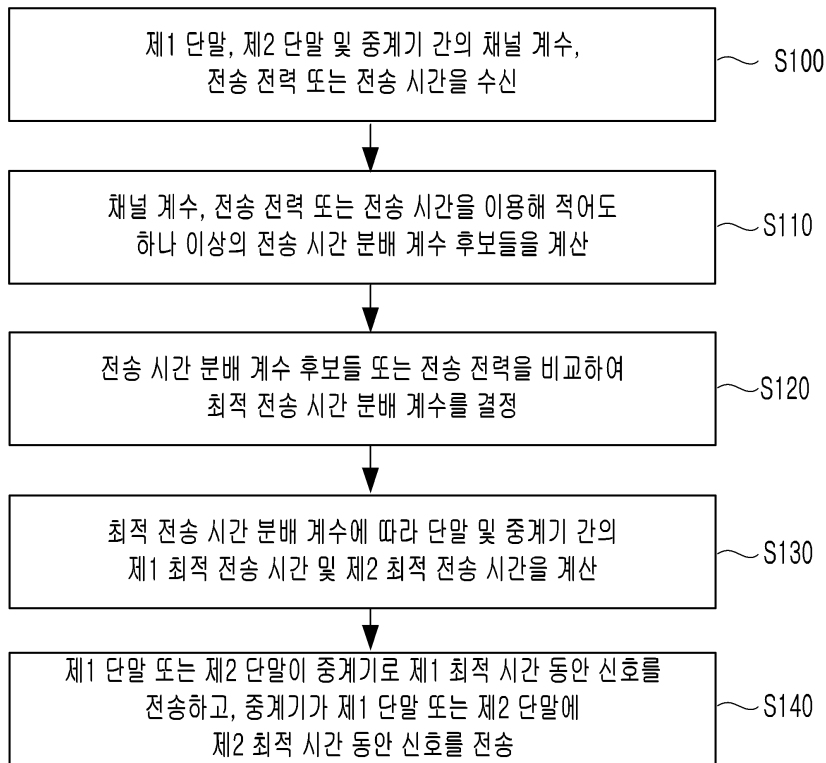


도면3

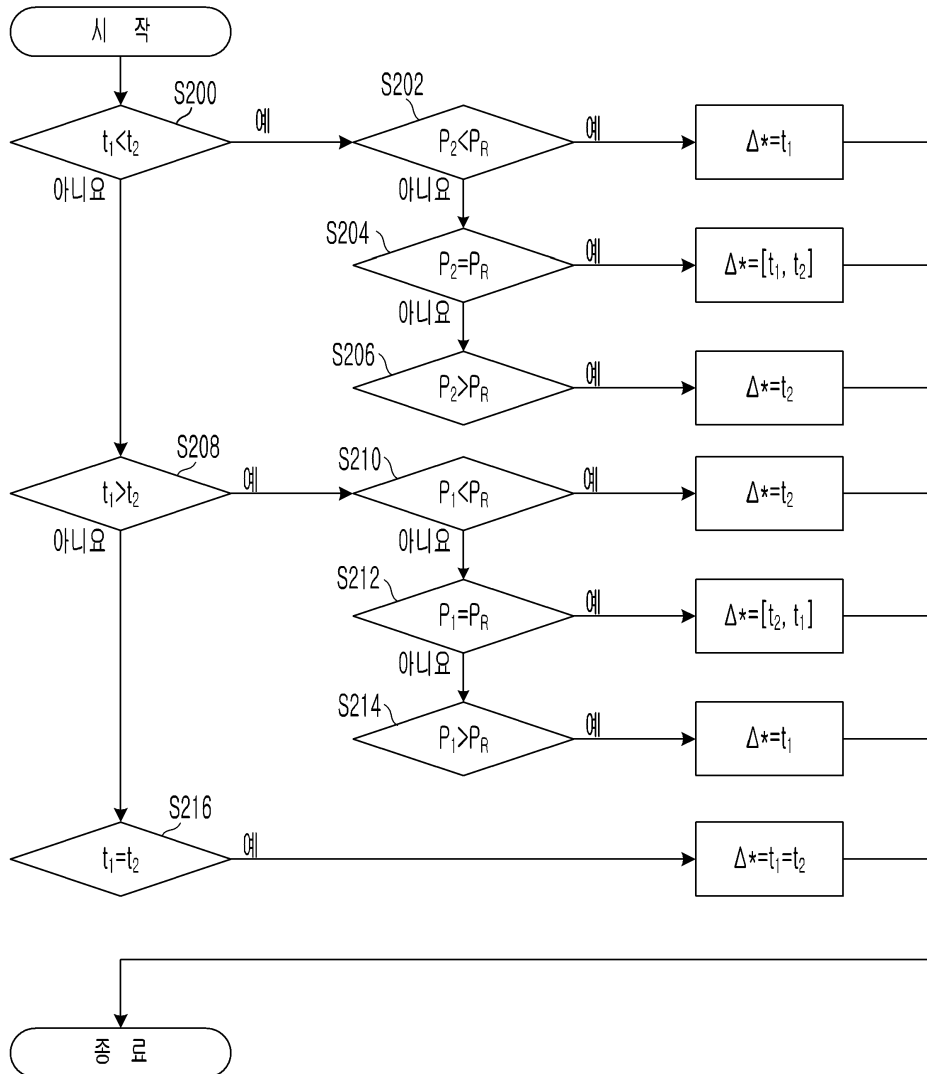
100



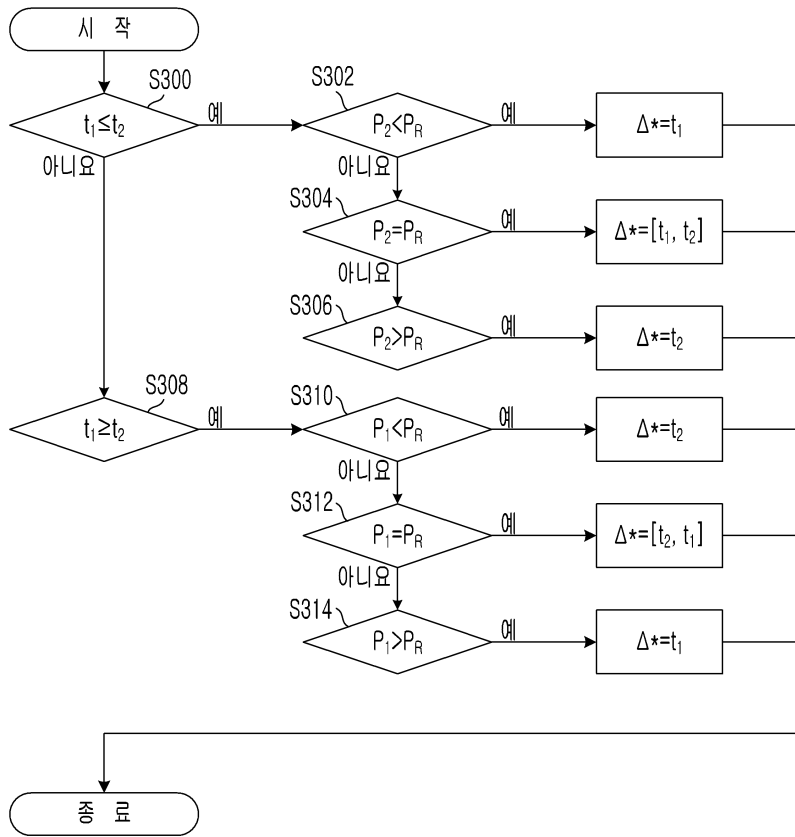
도면4



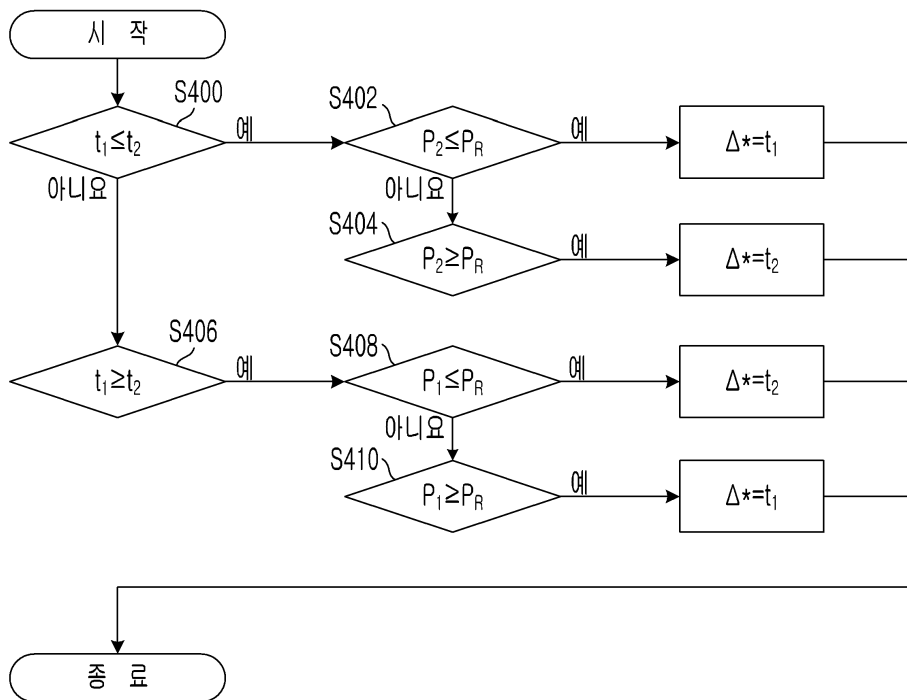
도면5



도면6



도면7



도면8

