



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0022103
(43) 공개일자 2019년03월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04L 27/36 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H04L 27/364 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0107943

(22) 출원일자 2017년08월25일

심사청구일자 2017년08월25일

(71) 출원인

한밭대학교 산학협력단

대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)

(72) 발명자

김주성

부산광역시 동래구 충렬대로238번길 7, 2동 405호
(수안동, 성완세띠앙)

(74) 대리인

특허법인 플러스

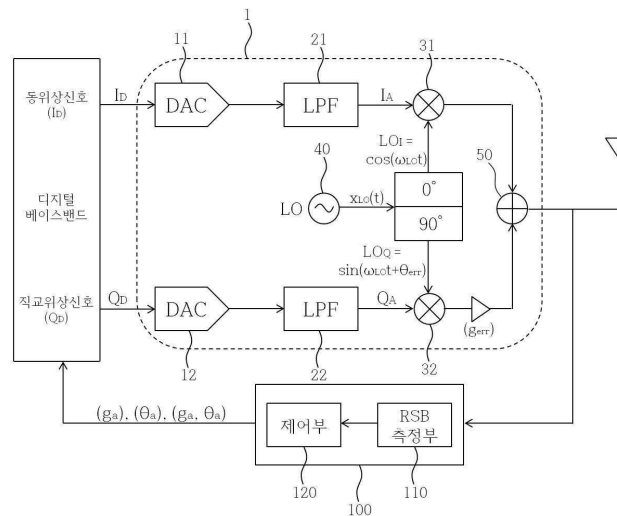
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 직접 변환 송신기에 입력되는 디지털 베이스밴드의 동위상신호(I_D)와 직교위상신호(Q_D)에 대하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB인 기준 RSB를 측정하고, 제어부가 디지털 베이스밴드에 입력하는 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB인 추가 RSB를 측정하는 방법을 통해, 상기 직접 변환 송신기의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하고, 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 상기 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상에 활용하도록 구성됨으로써, 간단하고 정확한 보상이 가능하다는 이점이 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711039646

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 개인연구지원

연구과제명 사물인터넷(IoT)을 위한 극소전력(ULP) 다중대역(Multiband) CMOS 송수신단 집적회로 연구

기 여 율 1/1

주관기관 한밭대학교

연구기간 2016.06.01 ~ 2019.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

직접 변환 송신기의 I/Q 불균형을 보상하는 장치로서,

상기 직접 변환 송신기에 입력되는 디지털 베이스밴드의 동위상신호(I_D) 및 직교위상신호(Q_D)에 대하여, 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB(Residual Side-Band)를 기준 RSB로서 측정하는 RSB 측정부; 및

상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하는 제어부;를 포함하고,

상기 RSB 측정부는 상기 디지털 베이스밴드에 입력되는 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)에 따라, 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 추가 RSB로서 측정하고,

상기 제어부는 상기 RSB 측정부에서 측정되는 상기 기준 RSB 및 상기 추가 RSB를 이용하여 상기 직접 변환 송신기의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하고, 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})의 역보상값을 상기 디지털 베이스밴드에 입력하여 상기 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형을 보상하는 것을 특징으로 하는 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하며,

상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 더 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며,

상기 제어부는 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 하는 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하며,

상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 더 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며,

상기 제어부는 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러

파라미터(Θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 하는 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하며,

상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a) 대신 상기 위상 미스매치 파라미터(Θ_a)를 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 위상 미스매치 파라미터(Θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며,

상기 제어부는 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(Θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 하는 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(Θ_a)를 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 위상 미스매치 파라미터(Θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하며,

상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 상기 위상 미스매치 파라미터(Θ_a) 대신 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며,

상기 제어부는 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(Θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 하는 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(Θ_a)를 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(Θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하며,

상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에서 상기 위상 미스매치 파라미터(Θ_a)를 제거하여 상기 디지털 베이스밴드에 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)만 입력되도록 하고, 상기 RSB 측정부는 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며,

상기 제어부는 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(Θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 하는 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하며,

상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에서 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 제거하여 상기 디지털 베이스밴드에 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)만 입력되도록 하고, 상기 RSB 측정부는 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며,

상기 제어부는 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 하는 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 장치.

청구항 8

직접 변환 송신기의 I/Q 불균형을 보상하는 방법으로서,

상기 직접 변환 송신기에 입력되는 디지털 베이스밴드 동위상신호(I_D) 및 디지털 베이스밴드 직교위상신호(Q_D)에 대하여, 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB(Residual Side-Band)를 기준 RSB로서 측정하는 기준 RSB 측정 단계;

상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하여, 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 추가 RSB로서 측정하는 추가 RSB 측정 단계;

상기 기준 RSB 및 상기 추가 RSB를 이용하여 상기 직접 변환 송신기의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 에러 파라미터 결정 단계; 및

상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})의 역보상값을 상기 디지털 베이스밴드에 입력하여, 상기 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형을 보상하는 I/Q 불균형 보상 단계;를 포함하는 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 추가 RSB 측정 단계에서는,

상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하고, 상기 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 더 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며,

상기 에러 파라미터 결정 단계에서는,

상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 하는 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 추가 RSB 측정 단계에서는,

상기 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하고, 상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 더 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며,

상기 에러 파라미터 결정 단계에서는,

상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 하는 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 추가 RSB 측정 단계에서는,

상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하고, 상기 디지털 베이스밴드에 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a) 대신 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며,

상기 에러 파라미터 결정 단계에서는,

상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 하는 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 방법.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 추가 RSB 측정 단계에서는,

상기 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하고, 상기 디지털 베이스밴드에 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a) 대신 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며,

상기 에러 파라미터 결정 단계에서는,

상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 하는 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 방법.

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 추가 RSB 측정 단계에서는,

상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하고, 상기 디지털 베이스밴드에서 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 제거하여 상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)만 입력되도록 한 상태에

서 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며,
상기 에러 파라미터 결정 단계에서는,
상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 하는 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 방법.

청구항 14

제8항에 있어서,
상기 추가 RSB 측정 단계에서는,
상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하고, 상기 디지털 베이스밴드에서 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 제거하여 상기 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)만 입력되도록 한 상태에서 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며,
상기 에러 파라미터 결정 단계에서는,
상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 하는 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 RSB(Residual Side-Band) 측정을 통해 직접 변환 송신기(Direct-Conversion transmitter)의 I/Q 불균형을 간이하면서도 정확한 방식으로 보상하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 통신 시스템에서는 주어진 대역폭 내에서 많은 정보를 송신하기 위하여, 동위상신호(In-phase signal; I_b) 및 동위상신호와 90° 의 위상 차이가 나는 직교위상신호(Quadrature signal; Q_b)로 이루어지는 직교변조신호를 사용한다. 이러한 직교변조신호를 생성하는 장치 중에는 직접 변환 송신기가 있으며, 직접 변환 송신기는 소형이고 저비용으로 동작하기 때문에 통신 시스템에서 널리 활용되고 있다.

[0003] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.

[0004] 도 1에 도시된 바와 같이, 직접 변환 송신기(1)는 2개의 DAC(Digital to Analog Converter; 11, 12), 2개의 저역통과필터(21, 22), 2개의 혼합기(31, 32), 국부 발진기(40) 및 덧셈기(50)를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0005] 제1 DAC(11)에는 디지털 베이스밴드의 동위상신호(I_b)가 입력되고, 제2 DAC(12)에는 디지털 베이스밴드의 직교위상신호(Q_b)가 입력된다. 동위상신호(I_b) 및 직교위상신호(Q_b)는 디지털신호이며, 제1 DAC(11)는 상기 동위상신호(I_b)를 아날로그신호로 변환하고, 제2 DAC(12)는 상기 직교위상신호(Q_b)를 아날로그신호로 변환한다.

[0006] 제1 저역통과필터(21)는 아날로그신호로 변환된 동위상신호에서 고주파 성분을 제거하여 동위상 아날로그신호(I_A)를 생성하고, 제2 저역통과필터(22)는 아날로그신호로 변환된 직교위상신호에서 고주파 성분을 제거하여 직교위상 아날로그신호(Q_A)를 생성한다.

[0007] 제1 혼합기(31)는 동위상 아날로그신호(I_A)를 국부 발진기(40)에서 생성하는 동위상 국부발진신호(LO_1)와 믹싱하고, 제2 혼합기(32)는 직교위상 아날로그신호(Q_A)를 국부 발진기(40)에서 생성하는 직교위상 국부발진신호(LO_0)와 믹싱한다.

[0008] 덧셈기(50)는 제1 혼합기(31) 및 제2 혼합기(32)에서 출력되는 신호를 가감하여 하측파대(Lower Side-band) 혹은

은 상측과대(Upper Side-band)의 직교변조신호를 생성하며, 생성된 직교변조신호는 동위상신호(I_D) 및 직교위상신호(Q_D)를 갖기 때문에, 수신단에서는 상기 직교변조신호를 복조하여 동위상신호(I_D) 및 직교위상신호(Q_D)를 획득할 수 있게 된다.

[0009] 이와 같이, 직접 변환 송신기(1)는 동위상신호 및 직교위상신호를 갖는데, 이 둘은 정확히 90° 의 위상 차이로 직교해야 한다. 하지만 직접 변환 송신기(1)의 아날로그 특성으로 인해 동위상신호(I_D)와 직교위상신호(Q_D) 간의 계인이 달라지는 계인 불균형과, 동위상신호(I_D)와 직교위상신호(Q_D) 간 위상이 90° 에서 어긋나는 위상 불균형이 발생할 수 있으며, 이 경우에는 수신단에서 직교변조신호를 복조할 경우 심각한 열화 성능을 보인다는 문제점이 있다. 이에 따라, 아래의 특허문헌 1과 같이 직접 변환 송신기(1)의 I/Q 불균형을 보상하는 기술이 마련될 필요가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제1455894호(공개일: 2014.10.22.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형을 간이하면 서도 정확한 방식으로 보상할 수 있는 I/Q 불균형 보상 장치 및 방법을 제공하는 것에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 장치는, 상기 직접 변환 송신기에 입력되는 디지털 베이스밴드의 동위상신호(I_D) 및 직교위상신호(Q_D)에 대하여, 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB(Residual Side-Band)를 기준 RSB로서 측정하는 RSB 측정부; 및 상기 디지털 베이스밴드에 계인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하는 제어부;를 포함하고, 상기 RSB 측정부는 상기 디지털 베이스밴드에 입력되는 상기 계인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)에 따라, 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 추가 RSB로서 측정하고, 상기 제어부는 상기 RSB 측정부에서 측정되는 상기 기준 RSB 및 상기 추가 RSB를 이용하여 상기 직접 변환 송신기의 계인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하고, 상기 계인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})의 역보상값을 상기 디지털 베이스밴드에 입력하여 상기 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형을 보상하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 여기서, 상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 계인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 계인 미스매치 파라미터(g_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하며, 상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 더 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며, 상기 제어부는 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 계인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또는, 상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하며, 상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 계인 미스매치 파라미터(g_a)를 더 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 계인 미스매치 파라미터(g_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며, 상기 제어부는 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 계인

에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또는, 상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하며, 상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a) 대신 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며, 상기 제어부는 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또는, 상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하며, 상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a) 대신 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며, 상기 제어부는 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또는, 상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하며, 상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에서 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 제거하여 상기 디지털 베이스밴드에 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)만 입력되도록 하고, 상기 RSB 측정부는 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며, 상기 제어부는 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또는, 상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하고, 상기 RSB 측정부는 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하며, 상기 제어부는 상기 디지털 베이스밴드에서 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 제거하여 상기 디지털 베이스밴드에 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)만 입력되도록 하고, 상기 RSB 측정부는 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며, 상기 제어부는 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 한편, 상기과 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 방법은, 상기 직접 변환 송신기에 입력되는 디지털 베이스밴드 동위상신호(I_D) 및 디지털 베이스밴드 직교위상신호(Q_D)에 대하여, 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB(Residual Side-Band)를 기준 RSB로서 측정하는 기준 RSB 측정 단계; 상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하여, 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 추가 RSB로서 측정하는 추가 RSB 측정 단계; 상기 기준 RSB 및 상기 추가 RSB를 이용하여 상기 직접 변환 송신기의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 에러 파라미터 결정 단계; 및 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})의 역보상값을 상기 디지털 베이스밴드에 입력하여, 상기 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형을 보상하는 I/Q 불균형 보상 단계;를 포함하여 이루어질 수 있

다.

[0021] 여기서, 상기 추가 RSB 측정 단계에서는, 상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하고, 상기 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 더 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며, 상기 에러 파라미터 결정 단계에서는, 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 또는, 상기 추가 RSB 측정 단계에서는, 상기 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하고, 상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 더 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며, 상기 에러 파라미터 결정 단계에서는, 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 또는, 상기 추가 RSB 측정 단계에서는, 상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하고, 상기 디지털 베이스밴드에 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a) 대신 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며, 상기 에러 파라미터 결정 단계에서는, 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 또는, 상기 추가 RSB 측정 단계에서는, 상기 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하고, 상기 디지털 베이스밴드에 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a) 대신 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며, 상기 에러 파라미터 결정 단계에서는, 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 또는, 상기 추가 RSB 측정 단계에서는, 상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하고, 상기 디지털 베이스밴드에서 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 제거하여 상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)만 입력되도록 한 상태에서 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며, 상기 에러 파라미터 결정 단계에서는, 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 또는, 상기 추가 RSB 측정 단계에서는, 상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하고, 상기 디지털 베이스밴드에서 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 제거하여 상기 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)만 입력되도록 한 상태에서 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정하며, 상기 에러 파라미터 결정 단계에서는, 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0027] 본 발명은 직접 변환 송신기에 입력되는 디지털 베이스밴드의 동위상신호(I_D)와 직교위상신호(Q_D)에 대하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB인 기준 RSB를 측정하고, 제어부가 디지털 베이스밴드에 입력하는 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)에 따라 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB인 추가 RSB를 측정하는 방법을 통해, 상기 직접 변환 송신기의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파

라미터(θ_{err})를 결정하고, 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 상기 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상에 활용하도록 구성됨으로써, 간이하고 정확한 보상이 가능하다는 이점이 있다.

[0028] 또한, 본 발명은 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 측정하고, 측정된 RSB(즉, 기준 RSB 및 추가 RSB)를 통해 에러 파라미터(g_{err} , θ_{err})를 결정하면 족하기 때문에, 보상의 정확도를 저하시키는 추가 하드웨어 구성이 필요치 않다는 이점이 있다.

[0029] 또한, 본 발명은 비반복적인 특성으로 인해 종래 I/Q 불균형 보상 장치나 방법에 비해 연산의 효율성이 높아 빠른 보상이 가능하다는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 기준 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이다.

도 3a는 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력한 경우에 측정되는 제1 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이고, 도 3b는 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 더 입력한 경우에 측정되는 제2 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이다.

도 4a는 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력한 경우에 측정되는 제1 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이고, 도 4b는 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 더 입력한 경우에 측정되는 제2 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이다.

도 5a는 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력한 경우에 측정되는 제1 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이고, 도 5b는 디지털 베이스밴드에 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a) 대신 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력한 경우에 측정되는 제2 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이다.

도 6a는 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력한 경우에 측정되는 제1 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이고, 도 6b는 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a) 대신 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력한 경우에 측정되는 제2 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이다.

도 7a는 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력한 경우에 측정되는 제1 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이고, 도 7b는 디지털 베이스밴드에서 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 제거하여 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)만 입력되도록 한 경우에 측정되는 제2 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이다.

도 8a는 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력한 경우에 측정되는 제1 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이고, 도 8b는 디지털 베이스밴드에서 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 제거하여 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)만 입력되도록 한 경우에 측정되는 제2 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하에서는, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들에 대하여 상세하게 설명한다. 첨부한 도면들에서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 지칭한다. 첨부한 도면들은 통상의 기술자에게 본 발명의 기술적 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것으로서, 본 발명은 첨부한 도면들만으로 한정되는 것이 아니라, 본 발명의 기술적 사상을 변화시키지 않는 범위 내에서 다른 형태로 얼마든지 구체화될 수 있다. 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대해서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0032] 도 1에 도시된 직접 변환 송신기(1)의 DAC(11, 12), 저역통과필터(21, 22), 혼합기(31, 32) 및 덧셈기(50)는 아날로그 구성요소인 관계로, 직접 변환 송신기(1)의 게인 불균형 및 위상 불균형, 즉 I/Q 불균형을 가져오는

요인이다.

[0033] 이하에서는, 직접 변환 송신기(1)의 게인 불균형에 영향을 미치는 모든 요소들을 하나의 파라미터인 게인 에러 파라미터 g_{err} 로 정의하고, 직접 변환 송신기(1)의 위상 불균형에 영향을 미치는 모든 요소들을 하나의 파라미터인 위상 에러 파라미터 θ_{err} 로 정의한다.

[0034] 본 발명에서는 직접 변환 송신기(1)에 존재하는 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정한 뒤, 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})의 역보상값을 직접 변환 송신기(1)의 전단에 위치하는 디지털 베이스밴드에 입력하여 직접 변환 송신기(1)의 I/Q 불균형을 보상하는 방안을 제안한다. 또한, 본 발명에서는 다수 회의 RSB(Residual Side-Band) 측정을 통해 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 방안을 제안하는데, 이하에서 이에 대해 상세히 설명하기로 한다.

[0035] 도 1에 도시된 국부 발진기(40)에서 생성하는 상향변환신호(up-converting signal) $x_{LO}(t)$ 는 직접 변환 송신기(1)에 존재하는 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})로 인해 다음의 수학적 식 1과 같이 나타낼 수 있다.

[0036] [수학적 식 1]

$$x_{LO}(t) = \cos(\omega_{LO}t) + j(1 + g_{err})\sin(\omega_{LO}t + \theta_{err}) = K_1 e^{j\omega_{LO}t} + K_2 e^{-j\omega_{LO}t}$$

$$K_1 = \frac{1}{2}(1 + (1 + g_{err})e^{j\theta_{err}}) \quad \text{이고,} \quad K_2 = \frac{1}{2}(1 - (1 + g_{err})e^{-j\theta_{err}}) \quad \text{이다.}$$

[0039] 한편, 양의(positive) 디지털 베이스밴드 신호 $x_{BB}(t)$ 를 $x_{BB}(t) = I_A + Q_A = \cos\omega_{BB}t + \sin\omega_{BB}t = e^{j\omega_{BB}t}$ 라 할 때, 직접 변환 송신기(1)의 출력 신호 $x_{RF}(t)$ 는 다음의 수학적 식 2와 같이 나타낼 수 있다.

[0040] [수학적 식 2]

$$x_{RF}(t) = \text{Re}[x_{BB}(t) \cdot x_{LO}(t)] \\ = \text{Re}[K_1]\cos(\omega_{usb}t) - \text{Im}[K_1]\sin(\omega_{usb}t) + \text{Re}[K_2]\cos(\omega_{lsb}t) + \text{Im}[K_2]\sin(\omega_{lsb}t)$$

[0042] 여기서, ω_{usb} 는 상측파대(Upper Side-band) 주파수를 의미하며 $\omega_{usb} = \omega_{LO} + \omega_{BB}$ 이고, ω_{lsb} 는 하측파대(Lower Side-band) 주파수를 의미하며 $\omega_{lsb} = \omega_{LO} - \omega_{BB}$ 이다.

[0043] 직접 변환 송신기(1)에 게인 불균형이 존재하지 않고($g_{err}=0$) 위상 불균형 역시 존재하지 않을 경우($\theta_{err}=0$), $K_1=1$ 이고 $K_2=0$ 이 되며, 이는 곧 송신 신호가 원하는 바와 같이 상측파대 신호만을 갖는다는 것을 의미한다.

[0044] 하지만 직접 변환 송신기(1)에 게인 불균형이 존재($g_{err} \neq 0$)하거나 위상 불균형($\theta_{err} \neq 0$)이 존재할 경우에는, 송신 신호가 상측파대 신호뿐 아니라 원치 않는 하측파대 신호 또한 갖게 된다. 통신 시스템에서 상측파대 신호와 하측파대 신호 사이의 관계는 잔여 측파대로 불리는 RSB(Residual Side-band)로 나타낼 수 있으며, RSB는 다음의 수학적 식 3과 같이 정의된다.

[0045] [수학식 3]

$$RSB = \frac{(Power)_{lsb}}{(Power)_{usb}} = \frac{Re^2[K_2] + Im^2[K_2]}{Re^2[K_1] + Im^2[K_1]} = \frac{|K_2|^2}{|K_1|^2}$$

$$= \frac{1 - 2(1 + g_{err})\cos(\theta_{err}) + (1 + g_{err})^2}{1 + 2(1 + g_{err})\cos(\theta_{err}) + (1 + g_{err})^2}$$

[0046]

[0047] 여기서, 게인 에러 파라미터와 위상 에러 파라미터가 미소하다고 가정할 경우(예를 들어, $g_{err} < 0.1$, $\theta_{err} < 3\pi/180$ rad/s인 경우), 상기 수학식 3은 다음의 수학식 4와 같이 간소화될 수 있으며, 이하에서는 이를 기준 RSB (즉, 디지털 베이스밴드에 후술하는 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)가 입력되지 않은 경우의 RSB)로 정의하기로 한다. 그리고 수학식 4는 직접 변환 송신기(1)의 I/Q 불균형이 디지털 베이스밴드에서는 일어나지 않는다고 가정한 것인데, 이는 디지털 구성요소는 아날로그 구성요소에 비해 비교적 정확한 직교 신호(quadrature signal)를 생성하는 것이 가능하기 때문이다.

[0048] [수학식 4]

$$\text{기준 } RSB \approx \frac{(g_{err})^2 + (\theta_{err})^2}{4}$$

[0049]

[0050] 상기 기준 RSB 식은 도 2에 도시한 바와 같이, 게인(g)과 위상(θ)으로 이루어지는 평면에서 (0, 0)을 중심으로 갖는 원으로 나타낼 수 있으며, 상기 원을 이루고 있는 지점들 중에 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})가 존재한다. 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정해내기 위하여, 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하는 것이 요구된다.

[0051] 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력할 경우, 양의 (positive) 디지털 베이스밴드 신호 $x'_{BB}(t)$ 는 다음의 수학식 5와 같이 나타낼 수 있다. 여기서, 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)는 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하기 위하여, 후술하는 제어부(120)가 디지털 베이스밴드에 입력하는 파라미터이다. 그리고 게인 미스매치 파라미터에 음의 부호($-g_a$)를 붙인 이유는 계산상의 편의를 위한 것이다.

[0052] [수학식 5]

$$x'_{BB}(t) = \cos(\omega_{BB}t) + j(1 - g_a)\sin(\omega_{BB}t + \theta_a) = J_1 e^{j\omega_{BB}t} + J_2 e^{-j\omega_{BB}t}$$

[0053]

$$J_1 = \frac{1}{2}(1 + (1 - g_a)e^{j\theta_a}) \quad \text{이고,} \quad J_2 = \frac{1}{2}(1 - (1 - g_a)e^{-j\theta_a})$$

[0054]

[0055] 그리고 직접 변환 송신기(1)의 출력 신호 $x'_{RF}(t)$ 는 다음의 수학식 6과 같이 나타낼 수 있다.

[0056] [수학식 6]

$$x'_{RF}(t) = Re[x'_{BB}(t) \cdot x_{LO}(t)]$$

$$= Re[J_1 K_1 + J_2 K_2] \cos(\omega_{usb}t) + Im[-J_1 K_1 + J_2 K_2] \sin(\omega_{usb}t)$$

$$+ Re[J_1 K_2 + J_2 K_1] \cos(\omega_{lsb}t) + Im[J_1 K_2 - J_2 K_1] \sin(\omega_{lsb}t)$$

[0057]

[0058] 상기 수학식 3에서와 동일한 방법으로 RSB를 나타내면 다음의 수학식 7과 같다.

[0059] [수학식 7]

$$RSB' = \frac{1 - 2(1 + g_{err})(1 - g_a)\cos(\theta_{err} - \theta_a) + [(1 + g_{err})(1 - g_a)]^2}{1 + 2(1 + g_{err})(1 - g_a)\cos(\theta_{err} + \theta_a) + [(1 + g_{err})(1 - g_a)]^2}$$

[0060]

[0061] 앞선 기준 RSB 식과 마찬가지로, 게인 에러 파라미터와 위상 에러 파라미터가 미소하다고 가정할 경우(예를 들어, $g_{err} < 0.1$, $\theta_{err} < 3\pi/180$ rad/s인 경우), 상기 수학식 7은 다음의 수학식 8과 같이 간소화될 수 있으며, 이하에서는 이를 추가 RSB(즉, 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)가 입력될 경우의 RSB)로 정의하기로 한다.

[0062] [수학식 8]

$$\text{추가 RSB} \approx \frac{(g_{err} - g_a)^2 + (\theta_{err} - \theta_a)^2}{4}$$

[0063]

[0064] 상기 추가 RSB 식은 게인(g)과 위상(θ)으로 이루어지는 평면에서 (g_a , θ_a)를 중심으로 갖는 원으로 나타나게 된다.

[0065] 직접 변환 송신기(1)의 I/Q 불균형을 보상하기 위해서는 직접 변환 송신기(1)에 존재하는 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하여야 하는데, 상기 수학식 4는 게인(g)과 위상(θ)으로 이루어지는 평면에서 (0, 0)을 중심으로 갖는 원으로 나타나고, 상기 수학식 8은 게인(g)과 위상(θ)으로 이루어지는 평면에서 (g_a , θ_a)을 중심으로 갖는 원으로 나타나므로, 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하기 위해서는 2차레 이상의 RSB를 측정하여야 한다는 것을 알 수 있다.

[0067] 다시 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 장치(100)는 RSB 측정부(110) 및 제어부(120)로 이루어질 수 있다.

[0068] RSB 측정부(110)는 직접 변환 송신기(1)에 입력되는 디지털 베이스밴드의 동위상신호(I_b) 및 직교위상신호(Q_b)에 대하여, 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 기준 RSB로서 측정한다.

[0069] 제어부(120)는 직접 변환 송신기(1)에 존재하는 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하기 위하여, 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력한다.

[0070] 여기서, 제어부(120)가 디지털 베이스밴드에 입력하는 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)는, 사용자가 제어부(120)에 설정해주는 값이거나, 제어부(120)에 미리 설정되어 있는 값일 수 있다. 즉, 디지털 베이스밴드에 입력되는 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)는 제어부(120)가 미리 알고 있는 값들에 해당한다.

[0071] 또한, 제어부(120)가 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력한다는 것은, 제어부(120)가 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)만 입력하거나, 위상 미스매치 파라미터(θ_a)만 입력하거나, 또는 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 동시에 입력하는 것을 모두 포함하는 의미이다.

[0072] RSB 측정부(110)는 디지털 베이스밴드에 입력되는 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)에 따른 RSB를 추가 RSB로서 측정한다. 즉, 기준 RSB는 상술한 바와 같이 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)가 입력되지 않은 경우의 RSB를 의미하고, 추가 RSB는 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)가 입력될 경우의 RSB를 의미한다.

[0073] 그리고 제어부(120)는 RSB 측정부(110)에서 측정되는 상기 기준 RSB 및 하나 또는 두 개의 상기 추가 RSB를 이

용하여 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정한다.

[0074] 또한, 제어부(120)는 결정된 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})의 역보상값을 디지털 베이스밴드에 입력하여 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형을 보상한다. 구체적으로, 제어부(120)는 디지털 베이스밴드에 $g_a = -g_{err}$, $\theta_a = \theta_{err}$ 를 입력(즉, 게인 미스매치 파라미터로서 $-g_{err}$ 을 입력하고, 위상 미스매치 파라미터로서 θ_{err} 을 입력)함으로써 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형을 보상할 수 있다.

[0076] 이하에서는 도 1 이외에 도 2 내지 도 8b를 더 참고하여, 본 발명에 따른 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 장치를 통해 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 실시예에 대해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

[0077] 도 2는 기준 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이다.

[0078] 상술한 바와 같이, RSB 측정부(110)는 직접 변환 송신기(1)에 입력되는 디지털 베이스밴드의 동위상신호(I_D) 및 직교위상신호(Q_D)에 대하여, 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 기준 RSB로서 측정한다.

[0079] 이 경우 기준 RSB는 상기 수학적 식 4와 같이 나타낼 수 있고, 기준 RSB의 도식은 도 2에 도시한 바와 같이 게인(g)과 위상(θ)으로 이루어지는 평면에서 (0, 0)을 중심으로 갖는 원(반지름은 $2\sqrt{\text{기준 RSB}}$)으로 나타나게 된다.

[0080] 도 2에서 원을 이루고 있는 각 지점들 중에는 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})가 존재한다. 이에 따라, 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정해내기 위하여, 제어부(120)에서는 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 디지털 베이스밴드에 입력한다.

[0082] 도 3a 내지 도 8b는 제어부(120)가 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력함에 따라, 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정해내는 각각의 실시예를 나타낸 도면이다.

[0083] <제1 실시예>

[0084] 우선, 도 3a는 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력한 경우에 측정되는 제1 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이다.

[0085] 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하기 위하여, 제어부(120)는 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력할 수 있고, 이때 RSB 측정부(110)는 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정할 수 있다.

[0086] 상기 제1 추가 RSB는 다음의 수학적 식 9와 같이 나타낼 수 있으며, 제1 추가 RSB의 도식은 도 3a에 도시된 바와 같이 게인(g)과 위상(θ)으로 이루어지는 평면에서 (g_a , 0)을 중심으로 갖는 원(반지름은 $2\sqrt{\text{제1 추가 RSB}}$)으로 나타나게 된다.

[0087] [수학적 식 9]

[0088]
$$\text{제1 추가 RSB} \approx \frac{(g_{err} - g_a)^2 + (\theta_{err})^2}{4}$$

[0089] 도 3a를 참조하면, 기준 RSB와 제1 추가 RSB가 만나는 교점이 (g , θ) 평면상에 2개 존재(즉, sol_1 , sol_2)한다는

것을 알 수 있다. 기준 RSB와 제1 추가 RSB가 만나는 교점은, 상기 수학식 4와 수학식 9를 연립해서 풀면 알 수 있으며, 다음의 수학식 10 및 수학식 11과 같이 나타낼 수 있다.

[수학식 10]

$$g_{err} = \frac{g_a}{2} + \frac{2}{g_a}(\text{기준 RSB} - \text{제1 추가 RSB})$$

[수학식 11]

$$\theta_{err} = \pm \sqrt{4 \cdot \text{기준 RSB} - g_{err}^2}$$

수학식 10 및 도 3a에 의하면, 계인 에러 파라미터(g_{err})는 기준 RSB와 제1 추가 RSB가 서로 동일한 경우 계인 미스매치 파라미터(g_a)의 1/2에 해당하는 값($g_a/2$)이고, 기준 RSB가 제1 추가 RSB보다 큰 경우 $g_a/2$ 보다 오른쪽에 위치하는 값이고, 기준 RSB가 제1 추가 RSB보다 작은 경우에는 $g_a/2$ 보다 왼쪽에 위치하는 값을 알 수 있다 (도 3a에서는 기준 RSB가 제1 추가 RSB보다 큰 경우를 가정하여 도시함).

그리고 수학식 11에 의하면, 계인 에러 파라미터(g_{err})가 결정될 경우 위상 에러 파라미터(θ_{err})는 2개의 해가 존재함을 알 수 있다.

다만, 위상 에러 파라미터(θ_{err})가 1개의 해만이 존재하는 경우도 있을 수 있는데, 이 경우에는 측정된 기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 1개만 존재하므로, 후술하는 제2 추가 RSB를 측정할 필요 없이 상기 교점에 해당하는 파라미터를 직접 변환 송신기(1)의 계인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})로 결정할 수 있다.

하지만 도 3a에 나타난 바와 같이, 기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 2개 존재(즉, sol_1 , sol_2)할 경우에는, 상기 2개의 교점 중에 어느 교점이 직접 변환 송신기(1)의 계인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})에 해당하는지를 결정하여야 한다.

도 3b는 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 더 입력한 경우에 측정되는 제2 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면으로서, 기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 2개의 교점 중에 직접 변환 송신기(1)의 계인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})에 해당하는 교점을 결정하기 위하여, 제어부(120)는 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 더 입력할 수 있고, 이에 따라 RSB 측정부(110)는 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정할 수 있다.

상기 제2 추가 RSB는 다음의 수학식 12와 같이 나타낼 수 있으며, 제2 추가 RSB의 도식은 도 3b에 도시된 바와 같이 계인(g)과 위상(θ)으로 이루어지는 평면에서 (g_a , θ_a)를 중심으로 갖는 원(반지름은 $2\sqrt{\text{제2 추가 RSB}}$)으로 나타나게 된다.

[수학식 12]

$$\text{제2 추가 RSB} \approx \frac{(g_{err} - g_a)^2 + (\theta_{err} - \theta_a)^2}{4}$$

도 3b를 참조하면, 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB가 만나는 교점은 (g , θ) 평면상에 오로지 1개(즉, sol_1)만 존재한다는 것을 알 수 있다.

상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB가 만나는 교점은, 제어부(120)가 상기 수학식 4, 수학식 9 및 수학식 12를 연립해서 풀어서 알 수 있다.

또는, 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB가 만나는 교점은, 제어부(120)가 먼저 기준 RSB와 제1 추가 RSB를 통해(수학식 4 및 수학식 9의 연립) 계인 에러 파라미터(g_{err})를 결정한 뒤, 제1 추가 RSB의 크기와 제

2 추가 RSB의 크기 비교를 통해서 알 수 있다. 보다 구체적으로는, 도 3b를 참조하면, 제2 추가 RSB의 크기가 제1 추가 RSB의 크기보다 작은 경우에는 $\theta_{err} = \sqrt{4 \cdot \text{기준 RSB} - g_{err}^2}$ 이고, 제2 추가 RSB의 크기가 제1 추가 RSB의 크기보다 큰 경우에는 $\theta_{err} = -\sqrt{4 \cdot \text{기준 RSB} - g_{err}^2}$ 이 됨을 알 수 있으므로, 제어부(120)는 기준 RSB와 제1 추가 RSB를 통해 게인 에러 파라미터(g_{err})를 결정한 뒤, 제1 추가 RSB의 크기와 제2 추가 RSB의 크기 비교를 통해 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정할 수도 있다.

[0105] 즉, 제어부(120)는 상기 기준 RSB 및 제1 추가 RSB를 이용하여 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하거나(기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 1개만 존재하는 경우), 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정할 수 있다(기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 2개 존재하는 경우).

[0107] <제2 실시예>

[0108] 도 4a는 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력한 경우에 측정되는 제1 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이다.

[0109] 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하기 위하여, 제어부(120)는 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력할 수 있고, 이때 RSB 측정부(110)는 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정할 수 있다.

[0110] 상기 제1 추가 RSB는 다음의 수학식 13과 같이 나타낼 수 있으며, 제1 추가 RSB의 도식은 도 4a에 도시된 바와 같이 게인(g)과 위상(θ)으로 이루어지는 평면에서 (θ_a , 0)을 중심으로 갖는 원(반지름은 $2\sqrt{\text{제1 추가 RSB}}$)으로 나타나게 된다.

[0111] [수학식 13]

$$\text{제1 추가 RSB} \approx \frac{(g_{err})^2 + (\theta_{err} - \theta_a)^2}{4}$$

[0112]

[0113] 도 4a를 참조하면, 기준 RSB와 제1 추가 RSB가 만나는 교점이 (g , θ) 평면상에 2개 존재(즉, sol_1 , sol_2)한다는 것을 알 수 있다. 기준 RSB와 제1 추가 RSB가 만나는 교점은, 상기 수학식 4와 수학식 13을 연립해서 풀면 알 수 있으며, 다음의 수학식 14 및 수학식 15와 같이 나타낼 수 있다.

[0114] [수학식 14]

$$\theta_{err} = \frac{\theta_a}{2} + \frac{2}{\theta_a}(\text{기준 RSB} - \text{제1 추가 RSB})$$

[0115]

[0116] [수학식 15]

$$g_{err} = \pm \sqrt{4 \cdot \text{기준 RSB} - \theta_{err}^2}$$

[0117]

[0118] 수학식 14 및 도 4a에 의하면, 위상 에러 파라미터(θ_{err})는 기준 RSB와 제1 추가 RSB가 서로 동일한 경우 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 1/2에 해당하는 값($\theta_a/2$)이고, 기준 RSB가 제1 추가 RSB보다 큰 경우 $\theta_a/2$ 보다 위쪽에 위치하는 값이고, 기준 RSB가 제1 추가 RSB보다 작은 경우에는 $\theta_a/2$ 보다 아래쪽에 위치하는 값을 알 수 있다(도 4a에서는 기준 RSB가 제1 추가 RSB보다 큰 경우를 가정하여 도시함).

[0119] 그리고 수학식 15에 의하면, 위상 에러 파라미터(θ_{err})가 결정될 경우 게인 에러 파라미터(g_{err})는 2개의 해가

존재함을 알 수 있다.

[0120] 다만, 계인 에러 파라미터(g_{err})가 1개의 해만이 존재하는 경우도 있을 수 있는데, 이 경우에는 측정된 기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 1개만 존재하므로, 후술하는 제2 추가 RSB를 측정할 필요 없이 상기 교점에 해당하는 파라미터를 직접 변환 송신기(1)의 계인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})로 결정할 수 있다.

[0121] 하지만 도 4a에 나타난 바와 같이, 기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 2개 존재(즉, sol_1, sol_2)할 경우에는, 상기 2개의 교점 중에 어느 교점이 직접 변환 송신기(1)의 계인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})에 해당하는지를 결정하여야 한다.

[0122] 도 4b는 디지털 베이스밴드에 계인 미스매치 파라미터(g_a)를 더 입력한 경우에 측정되는 제2 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면으로서, 기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 2개의 교점 중에 직접 변환 송신기(1)의 계인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})에 해당하는 교점을 결정하기 위하여, 제어부(120)는 디지털 베이스밴드에 계인 미스매치 파라미터(g_a)를 더 입력할 수 있고, 이에 따라 RSB 측정부(110)는 상기 계인 미스매치 파라미터(g_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정할 수 있다.

[0123] 상기 제2 추가 RSB는 다음의 수학식 16과 같이 나타낼 수 있으며, 제2 추가 RSB의 도식은 도 4b에 도시된 바와 같이 계인(g)과 위상(θ)으로 이루어지는 평면에서 (g_a, θ_a)를 중심으로 갖는 원(반지름은 $2\sqrt{\text{제2추가RSB}}$)으로 나타나게 된다.

[0124] [수학식 16]

$$\text{제2추가RSB} \approx \frac{(g_{err} - g_a)^2 + (\theta_{err} - \theta_a)^2}{4}$$

[0125]

[0126] 도 4b를 참조하면, 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB가 만나는 교점은 (g, θ) 평면상에 오로지 1개(즉, sol_2)만 존재한다는 것을 알 수 있다.

[0127] 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB가 만나는 교점은, 제어부(120)가 상기 수학식 4, 수학식 13 및 수학식 16을 연립해서 풀으로써 알 수 있다.

[0128] 또는, 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB가 만나는 교점은, 제어부(120)가 먼저 기준 RSB와 제1 추가 RSB를 통해(수학식 4 및 수학식 13의 연립) 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정한 뒤, 제1 추가 RSB의 크기와 제2 추가 RSB의 크기 비교를 통해서 알 수 있다. 보다 구체적으로는, 도 4b를 참조하면, 제2 추가 RSB의 크기가 제1 추가 RSB의 크기보다 작은 경우에는 $\theta_{err} = \sqrt{4 \cdot \text{기준RSB} - g_{err}^2}$ 이고, 제2 추가 RSB의 크기가 제1 추가 RSB의 크기보다 큰 경우에는 $\theta_{err} = -\sqrt{4 \cdot \text{기준RSB} - g_{err}^2}$ 이 됨을 알 수 있으므로, 제어부(120)는 기준 RSB와 제1 추가 RSB를 통해 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정한 뒤, 제1 추가 RSB의 크기와 제2 추가 RSB의 크기 비교를 통해 계인 에러 파라미터(g_{err})를 결정할 수도 있다.

[0129] 즉, 제어부(120)는 상기 기준 RSB 및 제1 추가 RSB를 이용하여 직접 변환 송신기(1)의 계인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하거나(기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 1개만 존재하는 경우), 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 직접 변환 송신기(1)의 계인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정할 수 있다(기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 2개 존재하는 경우).

[0131] <제3 실시예>

[0132] 도 5a는 디지털 베이스밴드에 계인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력한 경우에 측정되는 제1 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이다.

[0133] 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하기 위하여, 제어부(120)는 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력할 수 있고, 이때 RSB 측정부(110)는 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정할 수 있다.

[0134] 상기 제1 추가 RSB는 다음의 수학적 식 17과 같이 나타낼 수 있으며, 제1 추가 RSB의 도식은 도 5a에 도시된 바와 같이 게인(g)과 위상(θ)으로 이루어지는 평면에서 (g_a , 0)을 중심으로 갖는 원(반지름은 $2\sqrt{\text{제1 추가 RSB}}$)으로 나타나게 된다.

[0135] [수학적 식 17]

[0136]
$$\text{제1 추가 RSB} \approx \frac{(g_{err} - g_a)^2 + (\theta_{err})^2}{4}$$

[0137] 도 5a를 참조하면, 기준 RSB와 제1 추가 RSB가 만나는 교점이 (g , θ) 평면상에 2개 존재(즉, sol_1 , sol_2)한다는 것을 알 수 있으며, 기준 RSB와 제1 추가 RSB가 만나는 교점은 상기 수학적 식 4와 수학적 식 17을 연립해서 풀면 알 수 있다.

[0138] 다만, 기준 RSB와 제1 추가 RSB가 만나는 교점이 (g , θ) 평면상에 1개만 존재하는 경우도 있을 수 있는데, 이 경우에는 후술하는 제2 추가 RSB를 측정할 필요 없이 상기 교점에 해당하는 파라미터를 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})로 결정할 수 있다.

[0139] 하지만 도 5a에 나타낸 바와 같이, 기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 2개 존재(즉, sol_1 , sol_2)할 경우에는, 상기 2개의 교점 중에 어느 교점이 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})에 해당하는지를 결정하여야 한다.

[0140] 도 5b는 디지털 베이스밴드에 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a) 대신 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력한 경우에 측정되는 제2 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면으로서, 기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 2개의 교점 중에 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})에 해당하는 교점을 결정하기 위하여, 제어부(120)는 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a) 대신 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력할 수 있고, 이에 따라 RSB 측정부(110)는 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정할 수 있다.

[0141] 상기 제2 추가 RSB는 다음의 수학적 식 18과 같이 나타낼 수 있으며, 제2 추가 RSB의 도식은 도 5b에 도시된 바와 같이 게인(g)과 위상(θ)으로 이루어지는 평면에서 (0, θ_a)를 중심으로 갖는 원(반지름은 $2\sqrt{\text{제2 추가 RSB}}$)으로 나타나게 된다.

[0142] [수학적 식 18]

[0143]
$$\text{제2 추가 RSB} \approx \frac{(g_{err})^2 + (\theta_{err} - \theta_a)^2}{4}$$

[0144] 도 5b를 참조하면, 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB가 만나는 교점은 (g , θ) 평면상에 오로지 1개(즉, sol_1)만 존재한다는 것을 알 수 있다.

[0145] 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB가 만나는 교점은, 제어부(120)가 상기 수학적 식 4, 수학적 식 17 및 수학적 식 18을 연립해서 풀으로써 알 수 있다.

[0146] 즉, 제어부(120)는 상기 기준 RSB 및 제1 추가 RSB를 이용하여 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하거나(기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 1개만 존재하는 경우), 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상

에러 파라미터(θ_{err})를 결정할 수 있다(기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 2개 존재하는 경우).

[0148] <제4 실시예>

[0149] 도 6a는 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력한 경우에 측정되는 제1 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이다.

[0150] 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하기 위하여, 제어부(120)는 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력할 수 있고, 이때 RSB 측정부(110)는 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정할 수 있다.

[0151] 상기 제1 추가 RSB는 다음의 수학적 식 19와 같이 나타낼 수 있으며, 제1 추가 RSB의 도식은 도 6a에 도시된 바와 같이 게인(g)과 위상(θ)으로 이루어지는 평면에서 $(0, \theta_a)$ 를 중심으로 갖는 원(반지름은 $2\sqrt{\text{제1 추가 RSB}}$)으로 나타나게 된다.

[0152] [수학적 식 19]

$$\text{제1 추가 RSB} \approx \frac{(g_{err})^2 + (\theta_{err} - \theta_a)^2}{4}$$

[0153]

[0154] 도 6a를 참조하면, 기준 RSB와 제1 추가 RSB가 만나는 교점이 (g, θ) 평면상에 2개 존재(즉, sol_1, sol_2)한다는 것을 알 수 있으며, 기준 RSB와 제1 추가 RSB가 만나는 교점은 상기 수학적 식 4와 수학적 식 19를 연립해서 풀면 알 수 있다.

[0155] 다만, 기준 RSB와 제1 추가 RSB가 만나는 교점이 (g, θ) 평면상에 1개만 존재하는 경우도 있을 수 있는데, 이 경우에는 후술하는 제2 추가 RSB를 측정할 필요 없이 상기 교점에 해당하는 파라미터를 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})로 결정할 수 있다.

[0156] 하지만 도 6a에 나타낸 바와 같이, 기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 2개 존재(즉, sol_1, sol_2)할 경우에는, 상기 2개의 교점 중에 어느 교점이 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})에 해당하는지를 결정하여야 한다.

[0157] 도 6b는 디지털 베이스밴드에 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a) 대신 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력한 경우에 측정되는 제2 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면으로서, 기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 2개의 교점 중에 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})에 해당하는 교점을 결정하기 위하여, 제어부(120)는 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a) 대신 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력할 수 있고, 이에 따라 RSB 측정부(110)는 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정할 수 있다.

[0158] 상기 제2 추가 RSB는 다음의 수학적 식 20과 같이 나타낼 수 있으며, 제2 추가 RSB의 도식은 도 6b에 도시된 바와 같이 게인(g)과 위상(θ)으로 이루어지는 평면에서 $(g_a, 0)$ 을 중심으로 갖는 원(반지름은 $2\sqrt{\text{제2 추가 RSB}}$)으로 나타나게 된다.

[0159] [수학적 식 20]

$$\text{제2 추가 RSB} \approx \frac{(g_{err} - g_a)^2 + (\theta_{err})^2}{4}$$

[0160]

[0161] 도 6b를 참조하면, 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB가 만나는 교점은 (g, θ) 평면상에 오로지 1개(즉,

sol_2)만 존재한다는 것을 알 수 있다.

- [0162] 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB가 만나는 교점은, 제어부(120)가 상기 수학식 4, 수학식 19 및 수학식 20을 연립해서 풀어서 알 수 있다.
- [0163] 즉, 제어부(120)는 상기 기준 RSB 및 제1 추가 RSB를 이용하여 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하거나(기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 1개만 존재하는 경우), 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정할 수 있다(기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 2개 존재하는 경우).
- [0165] <제5 실시예>
- [0166] 도 7a는 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력한 경우에 측정되는 제1 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이다.
- [0167] 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하기 위하여, 제어부(120)는 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 동시에 입력할 수 있고, 이때 RSB 측정부(110)는 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정할 수 있다.
- [0168] 상기 제1 추가 RSB는 다음의 수학식 21과 같이 나타낼 수 있으며, 제1 추가 RSB의 도식은 도 7a에 도시된 바와 같이 게인(g)과 위상(θ)으로 이루어지는 평면에서 (g_a , θ_a)를 중심으로 갖는 원(반지름은 $2\sqrt{\text{제1 추가 RSB}}$)으로 나타나게 된다.
- [0169] [수학식 21]
- $$\text{제1 추가 RSB} \approx \frac{(g_{err} - g_a)^2 + (\theta_{err} - \theta_a)^2}{4}$$
- [0170]
- [0171] 도 7a를 참조하면, 기준 RSB와 제1 추가 RSB가 만나는 교점이 (g , θ) 평면상에 2개 존재(즉, sol_1 , sol_2)한다는 것을 알 수 있으며, 기준 RSB와 제1 추가 RSB가 만나는 교점은 상기 수학식 4와 수학식 21을 연립해서 풀면 알 수 있다.
- [0172] 다만, 기준 RSB와 제1 추가 RSB가 만나는 교점이 (g , θ) 평면상에 1개만 존재하는 경우도 있을 수 있는데, 이 경우에는 후술하는 제2 추가 RSB를 측정할 필요 없이 상기 교점에 해당하는 파라미터를 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})로 결정할 수 있다.
- [0173] 하지만 도 7a에 나타낸 바와 같이, 기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 2개 존재(즉, sol_1 , sol_2)할 경우에는, 상기 2개의 교점 중에 어느 교점이 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})에 해당하는지를 결정하여야 한다.
- [0174] 도 7b는 디지털 베이스밴드에서 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 제거하여 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)만 입력되도록 한 경우에 측정되는 제2 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면으로서, 기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 2개의 교점 중에 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})에 해당하는 교점을 결정하기 위하여, 제어부(120)는 디지털 베이스밴드에서 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 제거하여 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)만 입력되도록 할 수 있고, 이에 따라 RSB 측정부(110)는 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정할 수 있다.
- [0175] 상기 제2 추가 RSB는 다음의 수학식 22와 같이 나타낼 수 있으며, 제2 추가 RSB의 도식은 도 7b에 도시된 바와

같이 계인(g)과 위상(θ)으로 이루어지는 평면에서 ($g_a, 0$)를 중심으로 갖는 원(반지름은 $2\sqrt{\text{제2추가RSB}}$)으로 나타나게 된다.

[0176] [수학식 22]

$$\text{제2추가RSB} \approx \frac{(g_{err} - g_a)^2 + (\theta_{err})^2}{4}$$

[0177]

[0178] 도 7b를 참조하면, 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB가 만나는 교점은 (g, θ) 평면상에 오로지 1개(즉, sol_1)만 존재한다는 것을 알 수 있다.

[0179] 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB가 만나는 교점은, 제어부(120)가 상기 수학식 4, 수학식 21 및 수학식 22를 연립해서 풀으로써 알 수 있다.

[0180] 즉, 제어부(120)는 상기 기준 RSB 및 제1 추가 RSB를 이용하여 직접 변환 송신기(1)의 계인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하거나(기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 1개만 존재하는 경우), 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 직접 변환 송신기(1)의 계인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정할 수 있다(기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 2개 존재하는 경우).

[0182] <제6 실시예>

[0183] 도 8a는 디지털 베이스밴드에 계인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력한 경우에 측정되는 제1 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면이다.

[0184] 직접 변환 송신기(1)의 계인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하기 위하여, 제어부(120)는 디지털 베이스밴드에 계인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 동시에 입력할 수 있고, 이때 RSB 측정부(110)는 상기 계인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정할 수 있다.

[0185] 상기 제1 추가 RSB는 다음의 수학식 23과 같이 나타낼 수 있으며, 제1 추가 RSB의 도식은 도 8a에 도시된 바와 같이 계인(g)과 위상(θ)으로 이루어지는 평면에서 (g_a, θ_a)를 중심으로 갖는 원(반지름은 $2\sqrt{\text{제1추가RSB}}$)으로 나타나게 된다.

[0186] [수학식 23]

$$\text{제1추가RSB} \approx \frac{(g_{err} - g_a)^2 + (\theta_{err} - \theta_a)^2}{4}$$

[0187]

[0188] 도 8a를 참조하면, 기준 RSB와 제1 추가 RSB가 만나는 교점이 (g, θ) 평면상에 2개 존재(즉, $\text{sol}_1, \text{sol}_2$)한다는 것을 알 수 있으며, 기준 RSB와 제1 추가 RSB가 만나는 교점은 상기 수학식 4와 수학식 23을 연립해서 풀면 알 수 있다.

[0189] 다만, 기준 RSB와 제1 추가 RSB가 만나는 교점이 (g, θ) 평면상에 1개만 존재하는 경우도 있을 수 있는데, 이 경우에는 후술하는 제2 추가 RSB를 측정할 필요 없이 상기 교점에 해당하는 파라미터를 직접 변환 송신기(1)의 계인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})로 결정할 수 있다.

[0190] 하지만 도 8a에 나타낸 바와 같이, 기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 2개 존재(즉, $\text{sol}_1, \text{sol}_2$)할 경우에는, 상기 2개의 교점 중에 어느 교점이 직접 변환 송신기(1)의 계인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})에 해당하는지를 결정하여야 한다.

[0191] 도 8b는 디지털 베이스밴드에서 계인 미스매치 파라미터(g_a)를 제거하여 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파

라미터(θ_a)만 입력되도록 한 경우에 측정되는 제2 추가 RSB를 예시적으로 나타낸 도면으로서, 기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 2개의 교점 중에 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})에 해당하는 교점을 결정하기 위하여, 제어부(120)는 디지털 베이스밴드에서 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 제거하여 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)만 입력되도록 할 수 있고, 이에 따라 RSB 측정부(110)는 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 입력에 따라 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정할 수 있다.

[0192] 상기 제2 추가 RSB는 다음의 수학적 식 24와 같이 나타낼 수 있으며, 제2 추가 RSB의 도식은 도 8b에 도시된 바와 같이 게인(g)과 위상(θ)으로 이루어지는 평면에서 $(0, \theta_a)$ 를 중심으로 갖는 원(반지름은 $2\sqrt{\text{제2추가RSB}}$)으로 나타나게 된다.

[0193] [수학적 식 24]

$$\text{제2추가RSB} \approx \frac{(g_{err})^2 + (\theta_{err} - \theta_a)^2}{4}$$

[0194]

[0195] 도 8b를 참조하면, 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB가 만나는 교점은 (g, θ) 평면상에 오로지 1개(즉, sol_1)만 존재한다는 것을 알 수 있다.

[0196] 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB가 만나는 교점은, 제어부(120)가 상기 수학적 식 4, 수학적 식 23 및 수학적 식 24를 연립해서 풀으로써 알 수 있다.

[0197] 즉, 제어부(120)는 상기 기준 RSB 및 제1 추가 RSB를 이용하여 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하거나(기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 1개만 존재하는 경우), 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정할 수 있다(기준 RSB와 제1 추가 RSB 간 교점이 2개 존재하는 경우).

[0199] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 방법의 흐름도로서, 이하에서는 도 9를 더 참고하여 본 발명의 일 실시예에 따른 직접 변환 송신기(1)의 I/Q 불균형을 보상하는 방법에 대해 설명하기로 한다.

[0200] 본 발명의 일 실시예에 따른 직접 변환 송신기(1)의 I/Q 불균형 보상 방법은, 먼저 RSB 측정부(110)가 직접 변환 송신기(1)에 입력되는 디지털 베이스밴드 동위상신호(I_b) 및 디지털 베이스밴드 직교위상신호(Q_b)에 대하여, 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 기준 RSB로서 측정하는 기준 RSB 측정 단계가 이루어진다(S100).

[0201] 다음으로, 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하여, 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)에 따른 RSB를 추가 RSB로서 측정하는 추가 RSB 측정 단계가 이루어진다(S200).

[0202] 디지털 베이스밴드에 대한 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)의 입력은 제어부(120)에 의해 수행될 수 있다. 여기서, 제어부(120)가 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력한다는 것은, 제어부(120)가 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)만 입력하거나, 위상 미스매치 파라미터(θ_a)만 입력하거나, 또는 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 동시에 입력하는 것을 모두 포함하는 의미이다. 그리고 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a) 또는 위상 미스매치 파라미터(θ_a)에 따른 RSB(즉, 추가 RSB)의 측정은 RSB 측정부(110)에 의해 이루어질 수 있다.

[0203] 다음으로, 상기 기준 RSB 및 상기 추가 RSB를 이용하여, 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정하는 에러 파라미터 결정 단계가 제어부(120)에 의해 이루어진다(S300).

- [0204] 마지막으로, 제어부(120)는 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})의 역보상값을 상기 디지털 베이스밴드에 입력하여, 상기 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형을 보상하는 I/Q 불균형 보상 단계를 수행한다(S400). 구체적으로, 제어부(120)는 디지털 베이스밴드에 $g_a = -g_{err}, \theta_a = \theta_{err}$ 를 입력(즉, 게인 미스매치 파라미터로서 $-g_{err}$ 을 입력하고, 위상 미스매치 파라미터로서 θ_{err} 을 입력)함으로써 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형을 보상할 수 있다.
- [0205] 본 발명에 따른 직접 변환 송신기의 I/Q 불균형 보상 방법에서, 추가 RSB 측정 단계는 상술한 제1 실시예 내지 제6 실시예에 의해 이루어질 수 있다.
- [0206] 이에 대해 간략히 설명하면, 제1 실시예에 따른 추가 RSB 측정 단계에서는, 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하고, 상기 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 더 입력하여 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정할 수 있다.
- [0207] 제2 실시예에 따른 추가 RSB 측정 단계에서는, 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하고, 상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 더 입력하여 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정할 수 있다.
- [0208] 제3 실시예에 따른 추가 RSB 측정 단계에서는, 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하고, 상기 디지털 베이스밴드에 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a) 대신 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정할 수 있다.
- [0209] 제4 실시예에 따른 추가 RSB 측정 단계에서는, 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하고, 상기 디지털 베이스밴드에 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a) 대신 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정할 수 있다.
- [0210] 제5 실시예에 따른 추가 RSB 측정 단계에서는, 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하고, 상기 디지털 베이스밴드에서 상기 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 제거하여 상기 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)만 입력되도록 한 상태에서 상기 직접 변환 송신기(1)에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정할 수 있다.
- [0211] 마지막으로, 제6 실시예에 따른 추가 RSB 측정 단계에서는, 디지털 베이스밴드에 게인 미스매치 파라미터(g_a)와 위상 미스매치 파라미터(θ_a)를 입력하여 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제1 추가 RSB로서 측정하고, 상기 디지털 베이스밴드에서 상기 게인 미스매치 파라미터(g_a)를 제거하여 상기 디지털 베이스밴드에 위상 미스매치 파라미터(θ_a)만 입력되도록 한 상태에서 상기 직접 변환 송신기에서 출력되는 신호의 RSB를 제2 추가 RSB로서 측정할 수 있다.
- [0212] 상기 실시예들에 따른 추가 RSB 측정 단계 이후에, 제어부(120)는 상기 기준 RSB, 제1 추가 RSB 및 제2 추가 RSB를 이용하여 직접 변환 송신기(1)의 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})를 결정할 수 있으며, 상기 게인 에러 파라미터(g_{err})와 위상 에러 파라미터(θ_{err})의 역보상값을 디지털 베이스밴드에 입력하여 직접 변환 송신기(1)의 I/Q 불균형을 보상할 수 있다.
- [0213] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 이는 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능함을 물론이다. 따라서, 본 발명의 기술적 사상은 특허청구범위에 의해서만 파악되어야 하고, 이의

균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명의 기술적 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0214]

1: 직접 변환 송신기

11: 제1 DAC 12: 제2 DAC

21: 제1 저역통과필터 22: 제2 저역통과필터

31: 제1 혼합기 32: 제2 혼합기

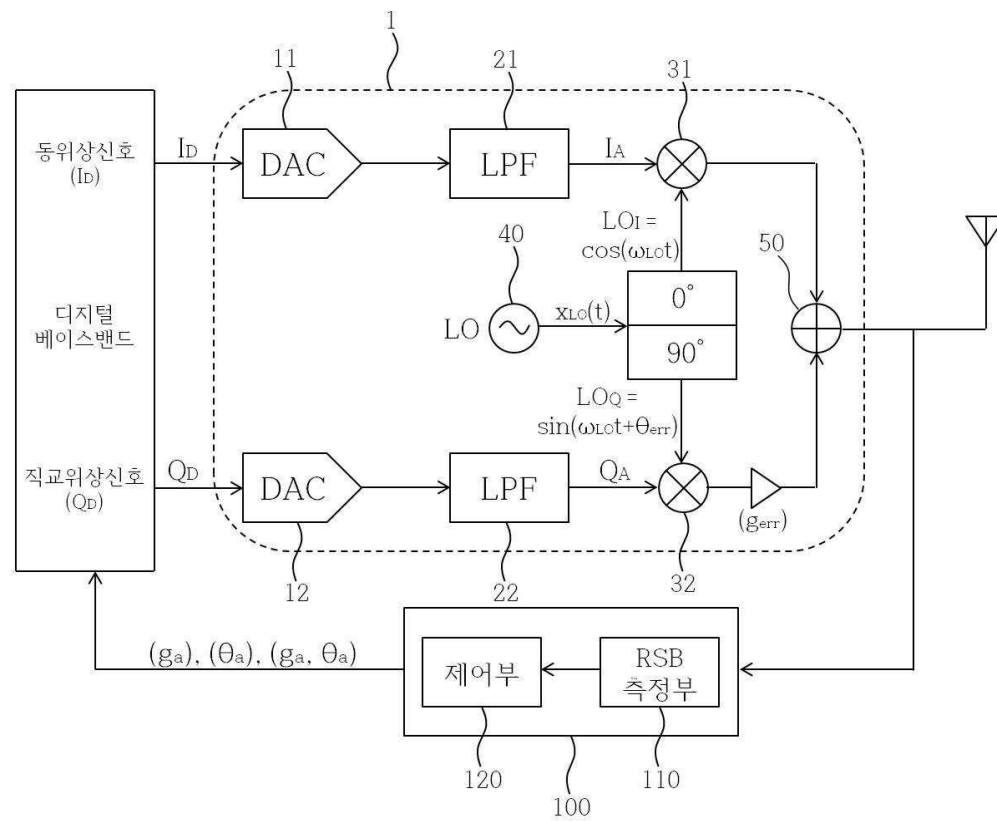
40: 국부발진기 50: 덧셈기

100: I/Q 불균형 보상 장치

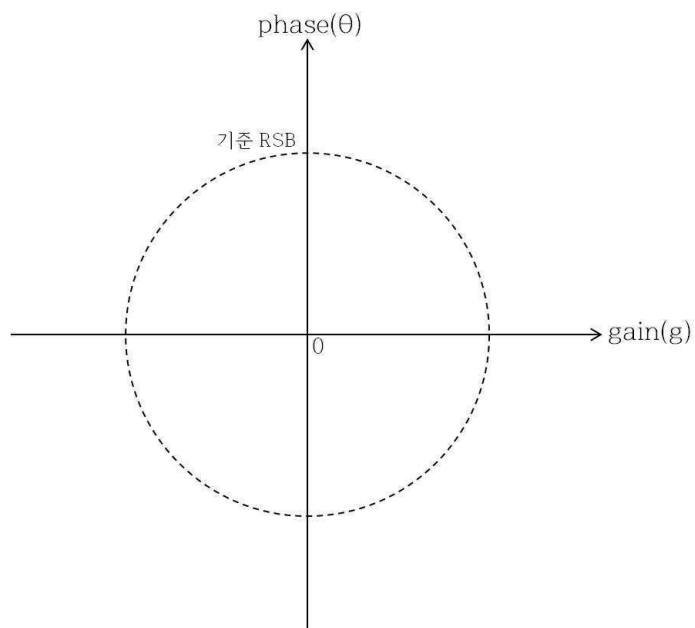
110: RSB 측정부 120: 제어부

도면

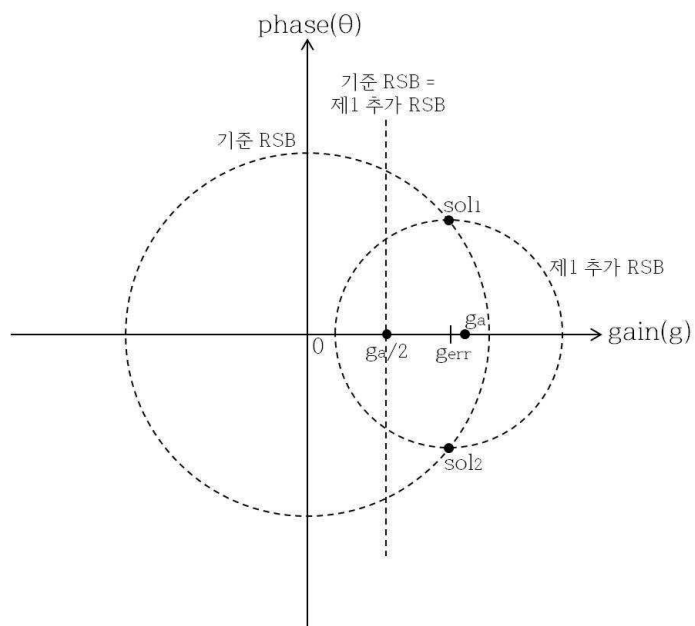
도면1



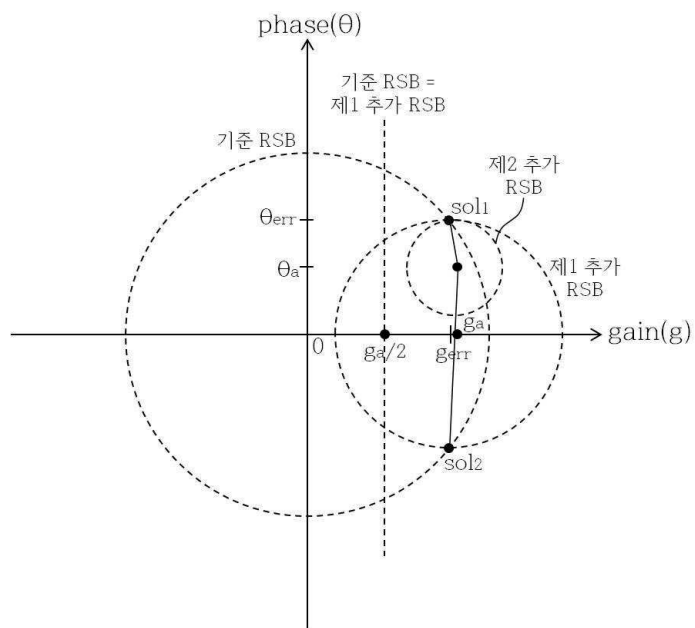
도면2



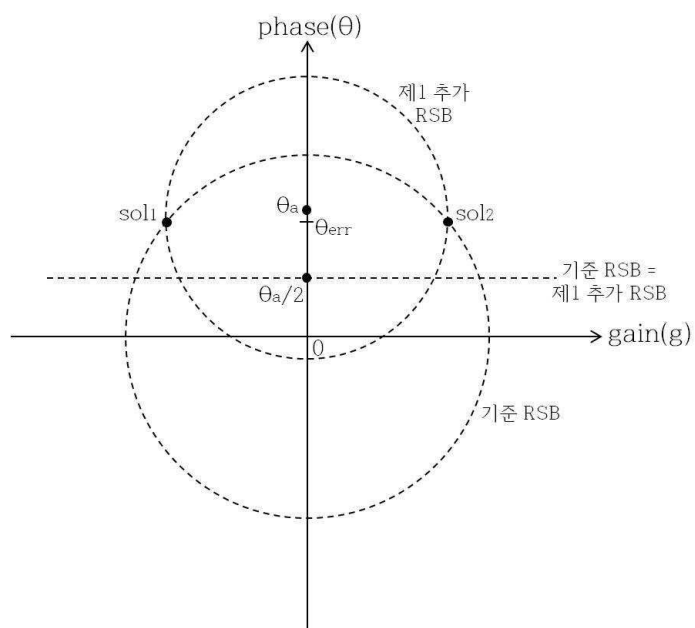
도면3a



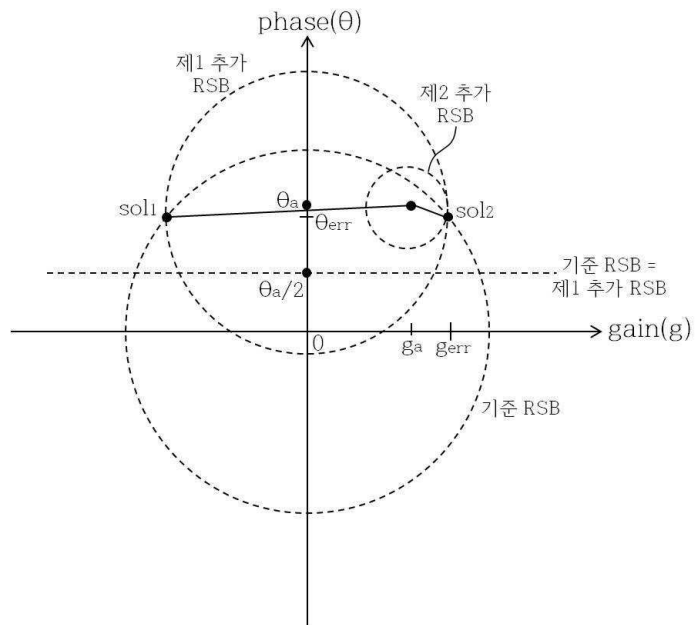
도면3b



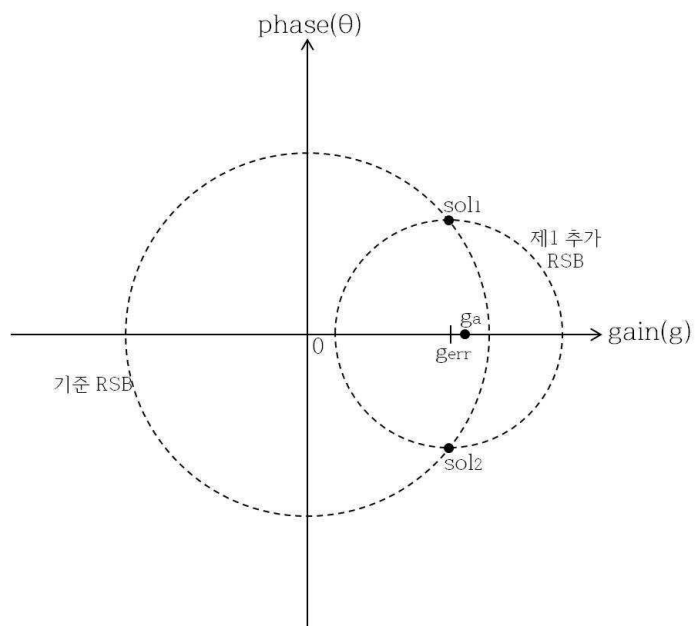
도면4a



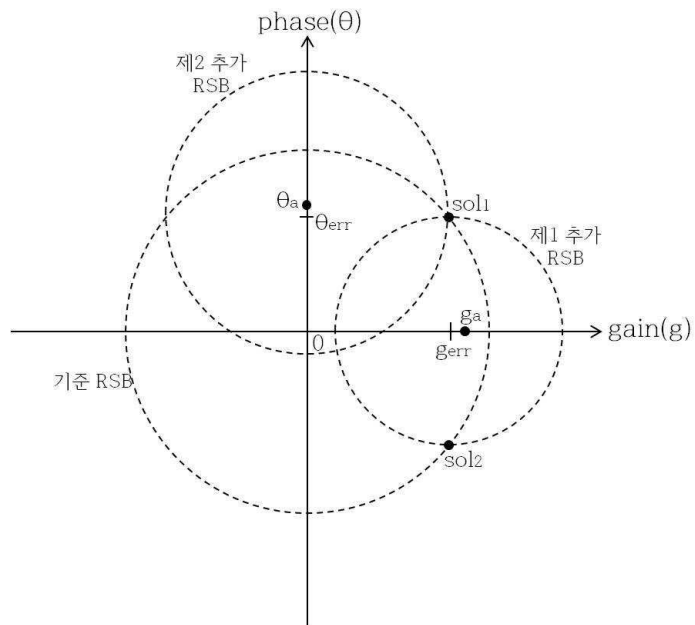
도면4b



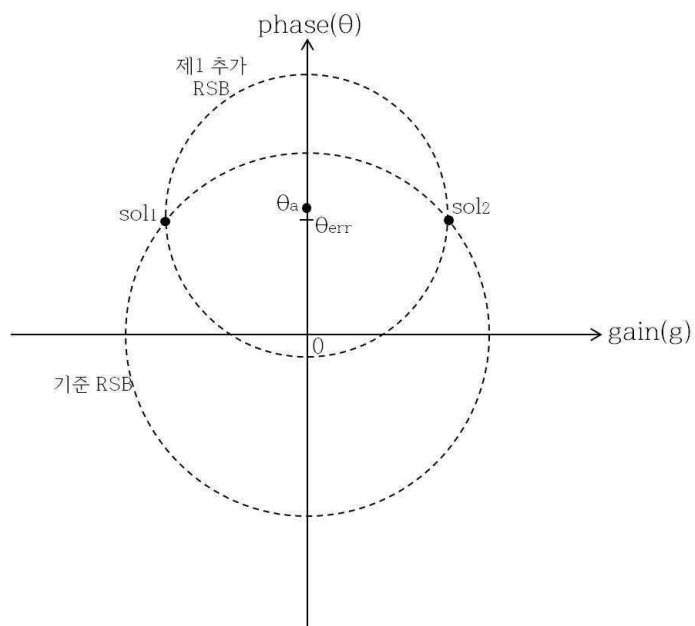
도면5a



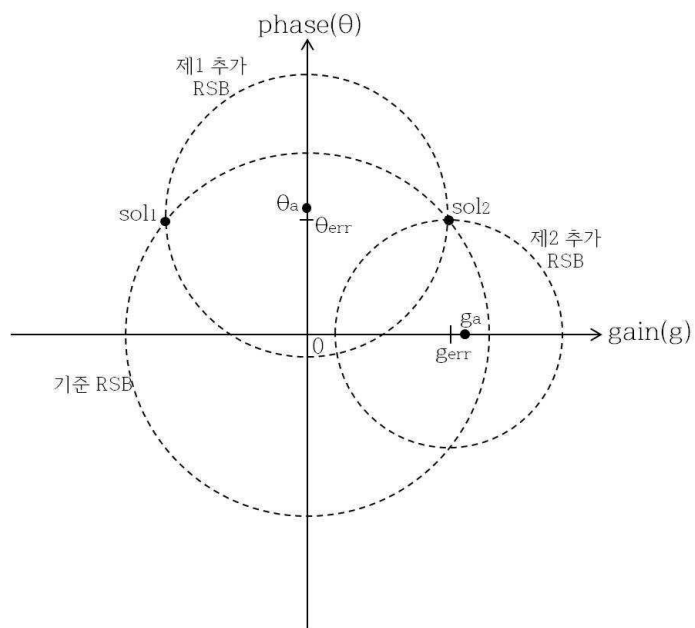
도면5b



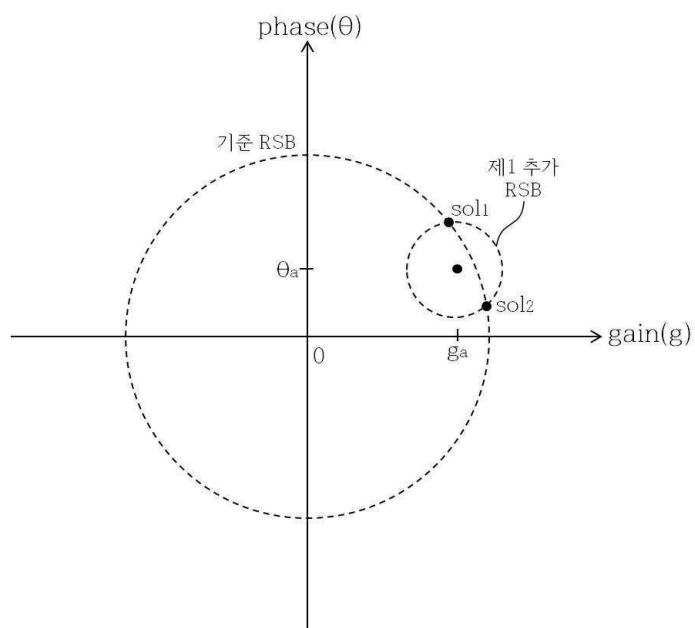
도면6a



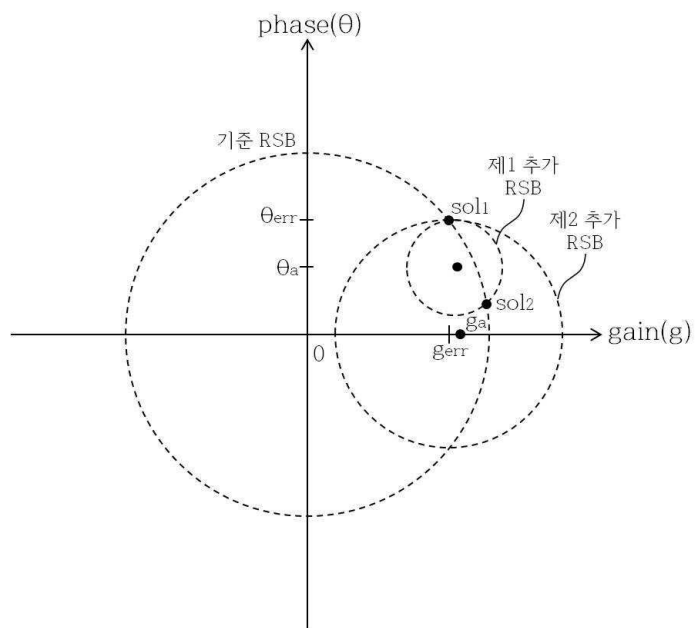
도면6b



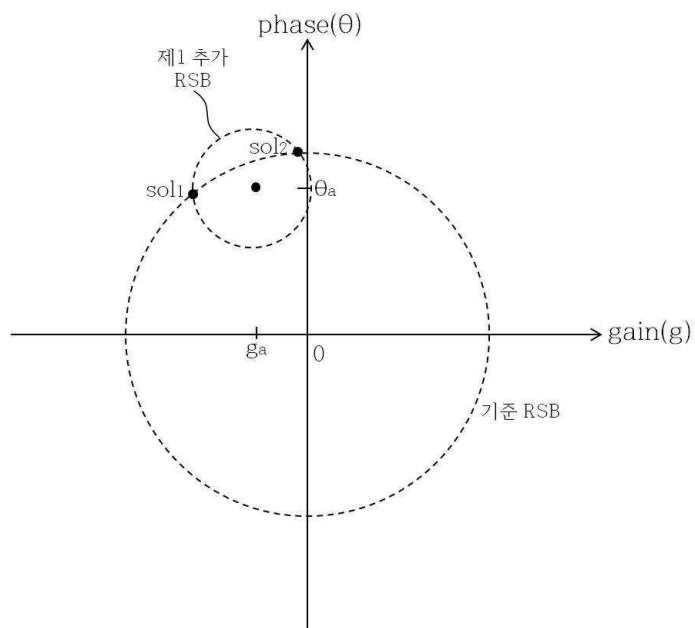
도면7a



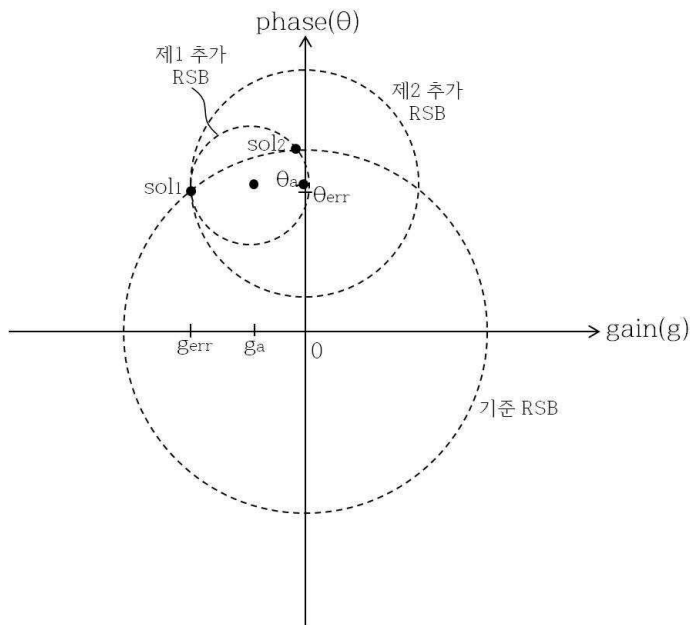
도면7b



도면8a



도면8b



도면9

