(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2019 년 6 월 20 일 (20.06.2019)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2019/117517 A1

(51) 국제특허분류:
A61B 8/00 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2018/015078

(22) 국제출원일: 2018 년 11 월 30 일 (30.11.2018)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2017-0171258 2017 년 12 월 13 일 (13.12.2017) KR

(71) 출원인: 서강대학교 산학협력단 (**SOGANG UNIVERSITY RESEARCH FOUNDATION**) [KR/KR]; 04107 서울시 마포구 백범로 35, Seoul (KR).

(72) 발명자: **송태경 (SONG, Tai-Kyong)**; 03010 서울시 종로구 평창문화로 156, 101동 703호., Seoul (KR). **김민 (KIM, Min)**; 02723 서울시 성북구 길음로 118, 403동 1602호., Seoul (KR). **여선미 (YEO, Sunmi)**; 10374 경기도 고양시 일산서구 강선로 169, 1502동 1001호., Gyeonggi-do (KR). **김진현 (KIM, Jin Hyun)**; 02023 서울시 중랑구 신내로 21길 6, 525동 805호., Seoul (KR).

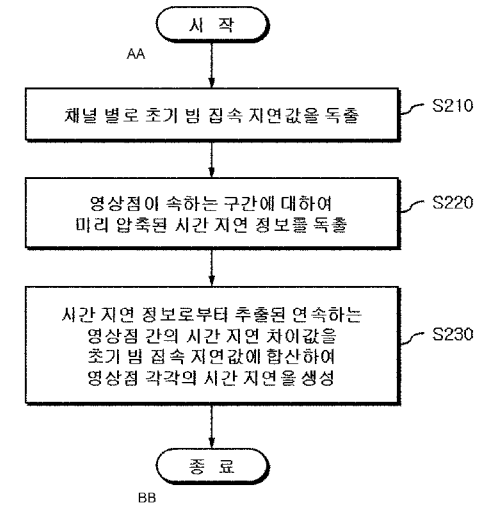
(74) 대리인: 특허법인 충현 (**CHUNG HYUN PATENT & LAW FIRM**); 06779 서울시 서초구 동산로 23 베델회관 8층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) **Title:** TIME DELAY DEVICE AND METHOD FOR DYNAMIC RECEIVE BEAMFORMING

(54) **발명의 명칭:** 수신 동적 빔 집속을 위한 시간 지연 장치 및 방법



S210 ... Read initial beam focusing delay value for each channel
S220 ... Read pre-compressed delay time information with respect to interval to which image point belongs
S230 ... Add time delay difference between consecutive image points extracted from time delay information to initial beamforming delay value to generate time delay for each of image points
AA ... Start
BB ... End

(57) **Abstract:** The present invention relates to a time delay technique for dynamic receive beamforming. A method for time delaying each channel comprises: reading an initial beam focusing delay value for each channel; reading pre-compressed delay time information by using repeatability of a time delay difference value between consecutive image points in the dynamic receive beamforming with respect to an interval to which an image point on which a time delay is to be generated belongs; and adding a time delay difference between consecutive image points extracted from the read time delay information to an initial beamforming delay value to generate a time delay for each of the image points.

(57) **요약서:** 본 발명은 수신 동적 빔 집속을 위한 시간 지연 기술에 관한 것으로, 채널 각각을 시간 지연하는 방법은, 각각의 채널 별로 초기 빔 집속 지연값을 독출하고, 시간 지연을 생성하고자 하는 영상점이 속하는 구간에 대하여 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming) 에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 미리 압축된 시간 지연 정보를 독출하며, 독출된 시간 지연 정보로부터 추출된 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 초기 빔 집속 지연값에 합산하여 영상점 각각의 시간 지연을 생성한다.

WO 2019/117517 A1

[다음 쪽 계속]

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

— 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

명세서

발명의 명칭: 수신 동적 빔 집속을 위한 시간 지연 장치 및 방법

기술분야

[1] 본 발명은 다중 채널을 이용하여 집속점에 빔 집속하는 기술에 관한 것으로, 특히 수신 동적 빔 집속을 위한 시간 지연에 관한 정보를 전처리하고, 전처리된 시간 지연에 관한 정보에 기초하여 각각의 채널별로 영상점에 대한 시간 지연을 생성하는 장치, 방법 및 그 방법을 기록한 기록매체에 관한 것이다.

배경기술

[2] 초음파 영상 장치에서 복수 개의 소자(element)로 구성된 트랜스듀서 어레이(transducer array)를 이용하여 수신된 초음파 신호를 모든 영상점에 대하여 시간 지연을 통해 빔 집속을 수행하는 것을 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)이라고 한다. 이러한 수신 동적 빔 집속을 위해서는 각각의 채널별로 적용되는 시간 지연을 모든 영상점에 대하여 갱신(update) 하여야 하기 때문에 각각의 채널 별로 시간 지연 산출기(delay calculator)가 필요하다. 이러한 시간 지연 산출기는 하드웨어 복잡도에 가장 큰 영향을 끼치며, 가장 많은 로직(logic) 양을 차지하게 된다. 그러나 하드웨어 복잡도는 시스템에 크기에 큰 영향을 미치기 때문에 소형화 시스템에서는 하드웨어의 복잡도를 줄이고, 정확한 시간 지연 값을 갖는 것이 중요한 과제로 주목되어 왔다.

[3] (선행기술문헌)

[4] (특허문헌)

[5] 한국공개특허 10-2004-0069378, "송신집속점 선택 기능을 구비한 초음파 영상 획득 장치 및 방법", 삼성메디슨 주식회사

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[6] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 소형 초음파 장비에서 수신 동적 빔 집속에 따른 하드웨어의 복잡도가 증가하는 한계를 극복하고, 영상점에 대한 시간 지연을 미리 연산하는 경우에도 오차(error)의 개입으로 인해 정확도가 감소하거나 오차의 보상을 위한 추가적인 연산이 발생하는 오버헤드(overhead)의 문제를 해결하고자 한다.

과제 해결 수단

[7] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 집속을 위해 채널 각각의 시간 지연 정보를 전처리하는 방법은, 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 산출하는 단계; 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 상기 시간 지연 차이값을 압축하는 단계; 및 압축된 상기 시간 지연 차이값과 상기 각각의 채널의 초기 빔 집속 지연값을 저장하는

단계를 포함한다.

[8] 일 실시예에 따른 시간 지연 정보의 전처리 방법에서, 상기 시간 지연 차이값을 압축하는 단계는, 모든 영상점에 대하여 집속하는 수신 동적 빔 집속에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값이 연속하여 반복되는 횟수를 매칭함으로써 하나의 시간 지연 차이값과 그에 대응하는 반복 횟수만으로 복수개의 영상점 간의 시간 지연 차이값을 압축할 수 있다. 또한, 상기 시간 지연 차이값을 압축하는 단계는, 시간 지연 차이값을 증분(increment)으로 설정하고 해당 증분의 반복 횟수를 매칭하여 기록하는 런 길이 부호화(run length encoding)에 따르는 것이 바람직하다. 나아가, 상기 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수는, 인접한 영상점의 동일한 증분에 대한 압축률에 비례하여 설정되며, 상기 시간 지연 차이값의 압축에 따라 감소하는 메모리의 크기가 최대가 되도록 결정될 수 있다.

[9] 일 실시예에 따른 시간 지연 정보의 전처리 방법에서, 상기 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값은 시간 지연값에 샘플링 주파수를 승산한 값에 따르며, 영상점의 거리에 따른 상기 시간 지연의 증분은 선형적으로 증가하되 임계치 이하로 제한될 수 있다.

[10] 일 실시예에 따른 시간 지연 정보의 전처리 방법에서, 압축된 상기 시간 지연 차이값은, 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값의 반복 횟수가 매칭되어 룩-업 테이블(look-up table, LUT)에 미리 저장됨으로써, 빔 집속을 위한 채널 각각의 시간 지연의 생성시에 참조될 수 있다.

[11] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 집속을 위해 채널 각각을 시간 지연하는 방법은, 각각의 채널 별로 초기 빔 집속 지연값을 독출하는 단계; 시간 지연을 생성하고자 하는 영상점이 속하는 구간에 대하여 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 미리 압축된 시간 지연 정보를 독출하는 단계; 및 독출된 상기 시간 지연 정보로부터 추출된 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 상기 초기 빔 집속 지연값에 합산하여 영상점 각각의 시간 지연을 생성하는 단계를 포함한다.

[12] 다른 실시예에 따른 시간 지연 방법에서, 상기 미리 압축된 시간 지연 정보는, 모든 영상점에 대하여 집속하는 수신 동적 빔 집속에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값이 연속하여 반복되는 횟수가 매칭되어 룩-업 테이블(look-up table, LUT)에 미리 저장됨으로써, 하나의 시간 지연 차이값과 그에 대응하는 반복 횟수만으로 복수개의 영상점 간의 시간 지연 차이값을 압축할 수 있다. 또한, 상기 미리 압축된 시간 지연 정보는, 시간 지연 차이값을 증분(increment)으로 설정하고 해당 증분의 반복 횟수를 매칭하여 기록하는 런 길이 부호화(run length encoding)에 따르는 것이 바람직하다. 나아가, 상기 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수는, 인접한 영상점의 동일한 증분에 대한 압축률에 비례하여 설정되며, 상기 시간 지연 차이값의 압축에 따라

감소하는 메모리의 크기가 최대가 되도록 결정될 수 있다.

[13] 다른 실시예에 따른 시간 지연 방법에서, 상기 영상점 각각의 시간 지연을 생성하는 단계는, 독출된 상기 시간 지연 정보 내에 포함된 시간 지연 차이값 별 반복 횟수만큼 이웃하는 영상점에 대한 시간 지연을 연속적으로 생성할 수 있다.

[14] 한편, 이하에서는 상기 기재된 시간 지연 정보의 전처리 방법 및 시간 지연 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.

[15] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 집속을 위해 채널 각각을 시간 지연하는 장치는, 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 산출하고, 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 상기 시간 지연 차이값을 압축하며, 압축된 상기 시간 지연 차이값과 상기 각각의 채널의 초기 빔 집속 지연값을 미리 저장하는 저장부; 및 상기 저장부로부터 각각의 채널 별로 초기 빔 집속 지연값과 시간 지연을 생성하고자 하는 영상점이 속하는 구간에 대하여 압축된 시간 지연 정보를 독출하고, 독출된 상기 시간 지연 정보로부터 추출된 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 상기 초기 빔 집속 지연값에 합산하여 영상점 각각의 시간 지연을 생성하는 처리부를 포함한다.

[16] 다른 실시예에 따른 시간 지연 장치에서, 상기 저장부는, 모든 영상점에 대하여 집속하는 수신 동적 빔 집속에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값이 연속하여 반복되는 횟수가 매칭되어 미리 저장되는 룩-업 테이블(look-up table, LUT)을 포함함으로써, 하나의 시간 지연 차이값과 그에 대응하는 반복 횟수만으로 복수개의 영상점 간의 시간 지연 차이값을 압축할 수 있다. 또한, 상기 저장부는, 시간 지연 차이값을 증분(increment)으로 설정하고 해당 증분의 반복 횟수를 매칭하여 기록하는 런 길이 부호화(run length encoding)에 따르는 것이 바람직하다. 나아가, 상기 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수는, 인접한 영상점의 동일한 증분에 대한 압축률에 비례하여 설정되며, 상기 시간 지연 차이값의 압축에 따라 감소하는 메모리의 크기가 최대가 되도록 결정될 수 있다.

[17] 다른 실시예에 따른 시간 지연 장치에서, 상기 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값은 시간 지연값에 샘플링 주파수를 승산한 값에 따르며, 영상점의 거리에 따른 상기 시간 지연의 증분은 선형적으로 증가하되 임계치 이하로 제한될 수 있다.

[18] 다른 실시예에 따른 시간 지연 장치에서, 상기 처리부는, 독출된 상기 시간 지연 정보 내에 포함된 시간 지연 차이값 별 반복 횟수만큼 이웃하는 영상점에 대한 시간 지연을 연속적으로 생성할 수 있다.

[19] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 빔 집속 장치는, 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 산출하고,

수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 상기 시간 지연 차이값을 압축하며, 압축된 상기 시간 지연 차이값과 상기 각각의 채널의 초기 빔 집속 지연값을 미리 저장하고, 각각의 채널 별로 초기 빔 집속 지연값과 시간 지연을 생성하고자 하는 영상점이 속하는 구간에 대하여 압축된 시간 지연 정보를 독출하고, 독출된 상기 시간 지연 정보로부터 추출된 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 상기 초기 빔 집속 지연값에 합산하여 영상점 각각의 시간 지연을 생성하는 시간 지연 장치; 및 복수 개의 채널에 대응하는 소자(element)로 구성된 트랜스듀서 어레이(transducer array)를 포함하고, 상기 시간 지연 장치 및 상기 트랜스듀서 어레이를 이용하여 집속점에 대한 초음파 신호를 송수신한다.

발명의 효과

[20] 본 발명의 실시예들은, 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 시간 지연 차이값을 압축하는 기술적 수단을 도입함으로써 지연 산출기(delay calculator)를 고속의 룩-업 테이블(look-up table, LUT)로 대체함으로써 하드웨어 복잡도를 감소시킬 수 있고, 오차(error)의 개입이 없으므로 높은 정확도를 유지할 수 있을 뿐만 아니라, 그로 인한 오차의 보상이 불필요하여 추가적인 연산에 따른 오버헤드(overhead)를 원천적으로 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[21] 도 1은 본 발명의 실시예들이 구현되는 빔 집속 환경에서 각각의 채널별로 영상점의 시간 지연 차이를 설명하기 위한 도면이다.

[22] 도 2는 수신 동적 빔 집속을 위한 샘플링(sampling)을 설명하기 위한 도면이다.

[23] 도 3 및 도 4는 수신 동적 빔 집속 과정에서 영상점의 거리에 따른 시간 지연의 증가량의 추이를 설명하기 위한 도면이다.

[24] 도 5는 수신 동적 빔 집속 과정에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연의 차이의 특징과 룩-업 테이블(look-up table, LUT)을 이용한 시간 지연의 처리 방식을 설명하기 위한 도면이다.

[25] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 집속을 위해 채널 각각의 시간 지연 정보를 전처리하는 방법을 도시한 흐름도이다.

[26] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 집속을 위해 채널 각각을 시간 지연하는 방법을 도시한 흐름도이다.

[27] 도 8은 룩-업 테이블(look-up table, LUT)을 이용한 시간 지연을 처리하는 빔 집속 방식을 설명하기 위한 계통도이다.

[28] 도 9는 도 8의 계통도에 제시된 구성을 활용하여 수신 동적 빔 집속 과정에서 채널 각각을 시간 지연하는 방법을 도시한 흐름도이다.

[29] 도 10은 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수를 결정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[30] 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 집속을 위해 채널 각각을 시간 지연하는 장치를 도시한 블록도이다.

발명의 실시를 위한 형태

[31] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 구체적으로 설명하도록 한다. 다만, 하기의 설명 및 첨부된 도면에서 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 공지 기능 또는 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 구성 요소를 '포함'한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[32] 본 발명에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[33] 특별히 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미이다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[34] 도 1은 본 발명의 실시예들이 구현되는 빔 집속 환경에서 각각의 채널별로 영상점의 시간 지연 차이를 설명하기 위한 도면이다. 도 1에는 복수 개의 소자(element)로 구성된 트랜스듀서 어레이(transducer array)를 이용하여 각각의 채널 별로 주사선을 생성하되, 모든 영상점에 대해 인접하는 영상점 간의 시간 지연 차이(coarse delay)가 나타나게 되는 상황을 보여준다.

[35] 환자가 처치(care)받는 위치와 근접한 곳에서 임상병리검사를 실시(point of care, POC)하는 환경을 위해서는 초음파 장비의 소형화가 필수적으로 요구된다. 이러한 소형 초음파 장비에서는 수신 동적 빔 집속이 가장 하드웨어의 부담을 가중시키는 요인으로 지목되었는바, 빔 집속을 위한 시간 지연을 사전에 미리 산출하는 방식을 고려할 수 있다. 즉, 룩-업 테이블(look-up table)의 형태로 각각의 채널별로 영상점들의 시간 지연 값을 산출하여 미리 저장한 후, 필요시 이를 탐색/독출하여 실시간 시간 지연 연산에 따른 부담을 감소시킬 수 있다.

[36] 그런데, 이러한 룩-업 테이블을 활용한 사전 연산 방식의 경우, 어떠한 정보를 어떠한 방식으로 미리 산출하여 저장하는지를 결정할 필요가 있으며, 구현의 편이성 내지 성능의 관점에서 다양한 접근 방법이 제시될 수 있다. 각각의

영상점에 대한 시간 지연값을 근사화하여 추정하고, 이때 발생할 수 있는 오차(error)를 보상하는 형태의 처리 방식도 채택할 수 있으나, 여전히 정밀도의 향상을 위해서는 오차나 손실없는 데이터의 처리가 필요하다. 다만, 모든 영상점에 대한 정확한 시간 지연 값을 저장하는데 수반되는 데이터 저장 공간 내지 메모리양을 고려하여 실시간 빔 집속 구현에 적합한 기술적 수단의 제시가 요구된다.

[37] 따라서, 본 발명의 실시예들은 이러한 요구 사항과 문제 인식에 기반하여 안출된 것으로서, 룩-업 테이블(look-up table)의 형태로 각각의 채널별로 영상점들의 시간 지연 값을 산출하여 미리 저장하되, 각각의 영상점 간의 시간 지연(coarse delay)의 차이를 나타내는 증분을 수신 동적 빔 집속에서 나타나는 반복성의 특징을 활용하여 압축함으로써, 모든 영상점에 대한 집속을 상대적으로 적은 메모리양을 사용하여 처리할 수 있는 시간 지연 기술을 제안하고자 한다.

[38] 특히, 영상점 간의 시간 지연의 증분이 연속될 경우 이들 간에 동일한 값이 연속해서 나타난다는 점에 주목하고, 반복되는 값과 반복 횟수만으로 시간 지연의 변화 추이를 기록하는 무손실 압축 방식을 제안한다. 이러한 무손실 압축 방식은 런 길이 인코딩(run length encoding)에 따라 처리될 수 있으며, 동일한 값이 반복되는 구간이 많을수록 더 높은 압축률을 보이게 된다.

[39] 도 1을 참조하면, 이전 영상점과 이에 연속하는 다음 영상점의 시간 지연(coarse delay) 차이가 크지 않고, 차이 값이 반복되는 것이 많으므로 무손실 압축 기법인 런 길이 인코딩을 활용하여 수신 동적 빔 집속 데이터를 압축할 수 있다. 이러한 방식은 각각의 영상점 간의 시간 지연의 증분을 기록함에 있어서, 오차가 없다는 점이 장점이며, 그로 인해 별도의 오차 보정 과정도 불필요하다.

[40] 이러한 무손실 압축 방식은 다음과 같은 이론에 근거하여 그 도입에 따른 기술적 타당성을 확보하였는바, 도 2 내지 도 5를 참조하여 설명하도록 한다.

[41] 우선, 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 수신 동적 빔 집속 기술은 모든 영상점에 대해 집속을 하는 방식으로서, 어떠한 영상점에 집속을 하기 위해서는 각 채널 소자(channel element)에 대해 송신된 파형이 영상점에 도달했다가 다시 돌아오는데 걸리는 시간을 계산해야 한다. 송신한 빔이 영상점에 도달하는 거리(R)와 영상점에서 반사된 파형이 각각의 소자(element)로 도달하는 거리를 음파의 속도(c)로 나누어 계산할 수 있다.

[42] 도 2는 수신 동적 빔 집속을 위한 샘플링(sampling)을 설명하기 위한 도면으로서, 각각의 채널 별로 ADC를 샘플링 주파수(F_s)로 샘플링한다. 이때, 주사선 내에서 샘플링 주파수로 샘플링된 모든 영상점에 대해 집속을 하고자 하므로, 각각의 채널 별로 몇 번째 샘플링된 데이터를 가져와야 할지를 계산할 필요가 있다. 각각의 채널 별로 집속을 위한 샘플 데이터의 위치를 시간 지연(coarse delay)이라고 명명하자.

[43] 일반화한 트랜스듀서의 모델을 도시한 도 3을 참조하여 수신 동적 빔 집속을

위한 각각의 채널 소자에 대한 시간 지연(coarse delay) $\tau^*_{ch}(k)$은 다음의 수학식 1과 같이 표현된다.

[44] [수식1]

$$\tau^*_{ch}(k) = \tau_{ch}(k) \times f_s = \frac{R(k) + \sqrt{R(k)^2 + d_{ch}^{\ 2} - 2R(k)d_{ch}\cos\theta}}{c / f_s}$$

$$= \frac{k + \sqrt{k^2 + (\frac{d_{ch}}{d_u})^2 - 2k(\frac{d_{ch}}{d_u})\cos\theta}}{2}$$

[45] 수학식 1을 참조하면, 각각의 채널별 시간 지연(coarse delay) $\tau^*_{ch}(k)$은 시간 지연(time delay) $\tau_{ch}(k)$에 샘플링 주파수 f_s를 승산하여 산출된다. 또한, R(k)는 어퍼처(aperture)의 중심으로부터 주사선 내의 k번째 영상점까지의 거리를 나타내고, d_u는 주사선 내 각 영상점 간의 거리를 나타내며, d_{ch}는 어퍼처의 중심으로부터 ch번째 채널까지의 거리를 나타낸다.

[46] 이때, 도 3을 참조하여 주사선 상의 영상점 번호 k가 증가하면서 채널별 시간 지연(coarse delay)의 증가량을 살펴보면 다음의 수학식 2와 같다.

[47] [수식2]

$$\frac{\Delta\tau^*_{ch}(k)}{\Delta k} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \frac{k - (\frac{d_{ch}}{d_u}) \times \cos\theta}{\sqrt{(k - (\frac{d_{ch}}{d_u}) \times \cos\theta)^2 + (\frac{d_{ch}}{d_u})^2 (1 - \cos^2\theta)}}$$

[48] 수학식 2를 참조하면 $1 - \cos^2\theta > 0$이므로, 채널별 시간 지연(coarse delay)의 증가량은 k가 증가할수록 절대로 '1'을 넘지 못하며, 빠르게 '1'로 수렴하게 된다.

[49] 도 4는 수신 동적 빔 집속 과정에서 영상점의 거리에 따른 시간 지연의 증가량의 추이를 예시한 그래프로서, [A] 및 [B]의 그래프를 살펴보면, k의 증가에 따라 채널별 시간 지연(coarse delay)의 증가량이 특정한 임계값(예시된 도면에서는 '1')로 수렴하고 있음을 보여준다.

[50] 도 5는 수신 동적 빔 집속 과정에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연의 차이의 특징과 룩-업 테이블(look-up table, LUT)을 이용한 시간 지연의 처리 방식을

설명하기 위한 도면으로서, 1 내지 1024 번째 영상점에 대한 채널별 시간 지연(coarse delay)의 분포를 나타낸 그래프 [A]와 이를 확대한 그래프 [B]를 예시하였다.

[51] 도 5를 참조하면, 이전 영상점과 다음 영상점의 채널별 시간 지연(coarse delay)의 차이는 '1'을 넘지 않고, 증분 값이 빠르게 '1'로 수렴하기 때문에 채널별 시간 지연의 증분값이 대부분 같을 것임을 예상할 수 있으며, 이러한 차이 값을 런 길이 부호화(run length encoding)를 이용해 무손실 압축하여 저장하면 룩-업 테이블에 요구되는 메모리를 현저히 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라 주사선 내의 모든 영상점에 대해서 정확한 빔 집속이 가능하다. 이하에서는 상기된 원리 및 아이디어를 채택하여 본 발명의 실시예들을 순차적으로 기술한다.

[52] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 집속을 위해 채널 각각의 시간 지연 정보를 전처리(pre-processing)하는 방법을 도시한 흐름도로서, 시간 지연 차이값을 압축하기 위한 인코딩 방식을 제안한다.

[53] S110 단계에서는, 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연(coarse delay) 차이값을 산출한다.

[54] S120 단계에서는, 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 상기 시간 지연 차이값을 압축한다. 시간 지연 차이값을 압축하는 이 과정은, 모든 영상점에 대하여 집속하는 수신 동적 빔 집속에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값이 연속하여 반복되는 횟수를 매칭(matching)함으로써 하나의 시간 지연 차이값과 그에 대응하는 반복 횟수만으로 복수개의 영상점 간의 시간 지연 차이값을 압축할 수 있다. 즉, 이 과정은, 시간 지연 차이값을 증분(increment)으로 설정하고 해당 증분의 반복 횟수를 매칭하여 기록하는 런 길이 부호화(run length encoding)에 따르는 것이 바람직하다.

[55] 또한, 앞서 제시된 수학식 1에 따라 상기 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값은 시간 지연값에 샘플링 주파수를 승산한 값에 따르며, 영상점의 거리에 따른 상기 시간 지연의 증분은 선형적으로 증가하되 임계치 이하로 제한됨으로써, 런 길이 부호화에 적합함을 확인한 바 있다.

[56] S130 단계에서는, S120 단계를 통해 압축된 상기 시간 지연 차이값과 상기 각각의 채널의 초기 빔 집속 지연값(initial beamforming delay)을 저장한다. 이렇게 저장된 압축된 채널별 시간 지연 차이값과 초기 빔 집속 지연값은 이후 모든 집속점에 대한 시간 지연을 생성하는 과정에서 필요하다. 따라서, 압축된 상기 시간 지연 차이값은, 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값의 반복 횟수가 매칭되어 룩-업 테이블(look-up table, LUT)에 미리 저장됨으로써, 빔 집속을 위한 채널 각각의 시간 지연의 생성시에 참조될 수 있다.

[57] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 집속을 위해 채널 각각을 시간 지연하는 방법을 도시한 흐름도로서, 앞서 도 6을 통해 제시한 시간 지연 정보의

전처리 과정이 이미 수행되었음을 전제로 하여, 압축된 시간 지연 정보를 이용한 디코딩 방식을 제안한다.

[58] S210 단계에서, 시간 지연 장치는, 각각의 채널 별로 초기 빔 집속 지연값을 독출한다.

[59] S220 단계에서, 시간 지연 장치는, 시간 지연을 생성하고자 하는 영상점이 속하는 구간에 대하여 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 미리 압축된 시간 지연 정보를 독출한다. 여기서, 미리 압축된 시간 지연 정보는, 모든 영상점에 대하여 집속하는 수신 동적 빔 집속에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값이 연속하여 반복되는 횟수가 매칭되어 룩-업 테이블(look-up table, LUT)에 미리 저장됨으로써, 하나의 시간 지연 차이값과 그에 대응하는 반복 횟수만으로 복수개의 영상점 간의 시간 지연 차이값을 압축할 수 있다. 특히, 상기 미리 압축된 시간 지연 정보는, 시간 지연 차이값을 증분(increment)으로 설정하고 해당 증분의 반복 횟수를 매칭하여 기록하는 런 길이 부호화(run length encoding)에 따르는 것이 바람직하다.

[60] S230 단계에서, 시간 지연 장치는, S220 단계를 통해 독출된 상기 시간 지연 정보로부터 추출된 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 상기 초기 빔 집속 지연값에 합산하여 영상점 각각의 시간 지연을 생성한다. 이때, 영상점 각각의 시간 지연을 생성하는 이 과정은, 독출된 상기 시간 지연 정보 내에 포함된 시간 지연 차이값 별 반복 횟수만큼 이웃하는 영상점에 대한 시간 지연을 연속적으로 생성함으로써, 고속의 신호 복원이 가능하다.

[61] 도 8은 룩-업 테이블(look-up table, LUT)을 이용한 시간 지연을 처리하는 빔 집속 방식을 설명하기 위한 계통도이다.

[62] 룩-업 테이블(delay LUT block)(22)은, 다음 영상점의 시간 지연(coarse delay)과의 차이값이 동일한 것들을 묶어 그 갯수를 길이(length), 해당 차이값을 증분(increment)으로서 나타내어 저장한다.

[63] 지연 누산기(delay accumulator)(24)는, 초기에 제어기(controller)(26)로부터 각각의 채널별로 초기 지연값(initial delay)을 독출(load)하고, 룩-업 테이블(22)로부터 다음 영상점과의 시간 지연(coarse delay) 차이값을 나타내는 증분(increment) 값을 하나씩 입력받아 축적해가며 다음 영상점과 시간 지연(coarse delay)을 계산한다.

[64] 버퍼 메모리(RF buffer memory)(25)는, 샘플링된 해당 채널의 데이터를 입력받아 메모리에 저장하고, 지연 누산기(24)에서 출력되는 시간 지연(coarse delay)에 해당하는 주소(address)의 데이터를 내보낸다.

[65] 제어기(controller)(26)는, 룩-업 테이브(22), 지연 누산기(24) 및 버퍼 메모리(25)를 제어한다.

[66] 도 9는 도 8의 계통도에 제시된 구성을 활용하여 수신 동적 빔 집속 과정에서 채널 각각을 시간 지연하는 방법을 도시한 흐름도이다.

[67] 먼저 S310 단계를 통해 초기 지연값(initial delay)을 지연 누산기로 가져오고, 룩-업 테이블의 주소를 리셋(reset)함으로써, 초기화 준비를 마친다.

[68] S320 단계에서는 현재 설정된 룩-업 테이블의 주소를 이용하여 룩-업 테이블을 탐색함으로써 증분(increment) 및 길이(length) 값을 가져온다. 이때 시간 지연의 횟수를 나타내는 카운터(counter) 값을 리셋한다.

[69] S330 단계에서는 증분 값을 지연 누산기에 축적함으로써 시간 지연을 생성하는데, 이때 시간 지연의 횟수를 계수하되, S340 단계를 통해 반복 횟수에 도달할 때까지 S330 단계를 반복한다. 여기서, 반복 횟수란 앞서 S320 단계를 통해 가져온 길이(length) 값을 의미하므로, S340 단계에서는 계수된 카운터 값과 길이 값의 일치 여부를 검사하게 된다.

[70] S350 단계에서는 최종 영상점에 도달했는지를 검사하여 여전히 시간 지연을 생성하여야 하는 영상점이 남아있다고 판단되면, S360 단계를 통해 룩-업 테이블의 다음 주소를 설정하고, S320 단계로 진행하여 룩-업 테이블의 탐색 및 시간 지연 과정을 반복한다.

[71] 도 10은 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수를 결정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[72] 앞서 검토한 바와 같이, 본 발명의 실시예들의 구현 환경에서는 시간 지연(coarse delay)의 증분값이 '1'을 넘어가지 않으므로, 증분(increment) 비트(bit) 수는 0.25 해상도(resolution)에서는 3 bit만이 필요하다. 또한, 길이(length) 비트(bit)를 증가시킬수록 인접한 동일한 증분값들을 많이 압축할 수 있지만, 같은 증분값을 가진 개수가 적은 부분에서는 메모리의 저장 공간을 낭비하게 된다. 따라서, 도 10의 [B]에 예시된 바와 같이 길이 비트가 증가하면서 총 메모리(total memory)는 컨벡스 함수(convex function)가 될 것이고, 총 메모리가 가장 많이 감소하는 지점인 7~9 bit로 길이 비트를 결정할 수 있다.

[73] 요약하건대, 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수는, 인접한 영상점의 동일한 증분에 대한 압축률에 비례하여 설정되며, 상기 시간 지연 차이값의 압축에 따라 감소하는 메모리의 크기가 최대가 되도록 결정되는 것이 바람직하다.

[74] 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 집속을 위해 채널 각각을 시간 지연하는 장치(20)를 도시한 블록도로서, 도 6 및 도 7을 통해 설명한 시간 지연 정보를 전처리하는 방법 및 시간 지연 방법을 장치 구성의 관점에서 재구성한 것이다. 따라서, 여기서는 설명의 중복을 피하고자 각 구성의 기능을 약술하도록 한다.

[75] 저장부(21)는, 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 산출하고, 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 상기 시간 지연 차이값을 압축하며, 압축된 상기 시간 지연 차이값과 상기 각각의 채널의 초기 빔 집속 지연값을 미리 저장하는 구성이다.

[76] 상기 저장부(21)는, 모든 영상점에 대하여 집속하는 수신 동적 빔 집속에서

연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값이 연속하여 반복되는 횟수가 매칭되어 미리 저장되는 룩-업 테이블(look-up table, LUT)(22)을 포함함으로써, 하나의 시간 지연 차이값과 그에 대응하는 반복 횟수만으로 복수개의 영상점 간의 시간 지연 차이값을 압축할 수 있다. 또한, 상기 저장부(21)는, 시간 지연 차이값을 증분(increment)으로 설정하고 해당 증분의 반복 횟수를 매칭하여 기록하는 런 길이 부호화(run length encoding)에 따르는 것이 바람직하다.

[77] 처리부(23)는, 상기 저장부(21)로부터 각각의 채널 별로 초기 빔 집속 지연값과 시간 지연을 생성하고자 하는 영상점이 속하는 구간에 대하여 압축된 시간 지연 정보를 독출하고, 독출된 상기 시간 지연 정보로부터 추출된 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 상기 초기 빔 집속 지연값에 합산하여 영상점 각각의 시간 지연을 생성한다. 이때, 상기 처리부(23)는, 독출된 상기 시간 지연 정보 내에 포함된 시간 지연 차이값 별 반복 횟수만큼 이웃하는 영상점에 대한 시간 지연을 연속적으로 생성할 수 있다.

[78] 여기서, 상기 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수는, 인접한 영상점의 동일한 증분에 대한 압축률에 비례하여 설정되며, 상기 시간 지연 차이값의 압축에 따라 감소하는 메모리의 크기가 최대가 되도록 결정될 수 있다. 또한, 상기 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값은 시간 지연값에 샘플링 주파수를 승산한 값에 따르며, 영상점의 거리에 따른 상기 시간 지연의 증분은 선형적으로 증가하되 임계치 이하로 제한될 수 있다.

[79] 한편, 본 발명의 또 다른 실시예에 다른 빔 집속 장치는, 상기 시간 지연 장치(20) 이외에, 복수 개의 채널에 대응하는 소자(element)로 구성된 트랜스듀서 어레이(transducer array)(10)를 더 포함함으로써, 상기 시간 지연 장치(20) 및 상기 트랜스듀서 어레이(10)를 이용하여 집속점에 대한 초음파 신호를 송수신할 수 있다.

[80] 상기된 본 발명의 실시예들에 따르면, 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 시간 지연 차이값을 압축하는 기술적 수단을 도입함으로써 지연 산출기(delay calculator)를 고속의 룩-업 테이블(look-up table, LUT)로 대체함으로써 하드웨어 복잡도를 감소시킬 수 있고, 오차(error)의 개입이 없으므로 높은 정확도를 유지할 수 있을 뿐만 아니라, 그로 인한 오차의 보상이 불필요하여 추가적인 연산에 따른 오버헤드(overhead)를 원천적으로 방지할 수 있다.

[81] 한편, 본 발명의 실시예들은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.

[82] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등을 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을

수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의하여 용이하게 추론될 수 있다.

[83] 이상에서 본 발명에 대하여 그 다양한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명에 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

[84] (부호의 설명)

[85] 10: 트랜스듀서 어레이(transducer array)

[86] 20: 시간 지연 장치

[87] 21: 저장부

[88] 22: 룩-업 테이블(look-up table, LUT)

[89] 23: 처리부

[90] 24: 지연 누산기(delay accumulator)

[91] 25: 버퍼 메모리(buffer memory)

[92] 26: 제어기(controller)

청구범위

[청구항 1] 빔 집속을 위해 채널 각각의 시간 지연 정보를 전처리하는 방법에 있어서,
각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 산출하는 단계;
수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 상기 시간 지연 차이값을 압축하는 단계; 및
압축된 상기 시간 지연 차이값과 상기 각각의 채널의 초기 빔 집속 지연값을 저장하는 단계를 포함하는 시간 지연 정보의 전처리 방법.

[청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 시간 지연 차이값을 압축하는 단계는,
모든 영상점에 대하여 집속하는 수신 동적 빔 집속에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값이 연속하여 반복되는 횟수를 매칭함으로써 하나의 시간 지연 차이값과 그에 대응하는 반복 횟수만으로 복수개의 영상점 간의 시간 지연 차이값을 압축하는 것을 특징으로 하는 시간 지연 정보의 전처리 방법.

[청구항 3] 제 2 항에 있어서,
상기 시간 지연 차이값을 압축하는 단계는,
시간 지연 차이값을 증분(increment)으로 설정하고 해당 증분의 반복 횟수를 매칭하여 기록하는 런 길이 부호화(run length encoding)에 따르는 것을 특징으로 하는 시간 지연 정보의 전처리 방법.

[청구항 4] 제 2 항에 있어서,
상기 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수는,
인접한 영상점의 동일한 증분에 대한 압축률에 비례하여 설정되며, 상기 시간 지연 차이값의 압축에 따라 감소하는 메모리의 크기가 최대가 되도록 결정되는 것을 특징으로 하는 시간 지연 정보의 전처리 방법.

[청구항 5] 제 1 항에 있어서,
상기 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값은 시간 지연값에 샘플링 주파수를 승산한 값에 따르며,
영상점의 거리에 따른 상기 시간 지연의 증분은 선형적으로 증가하되 임계치 이하로 제한되는 것을 특징으로 하는 시간 지연 정보의 전처리 방법.

[청구항 6] 제 1 항에 있어서,
압축된 상기 시간 지연 차이값은,
시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값의 반복 횟수가 매칭되어 룩-업 테이블(look-up table, LUT)에 미리 저장됨으로써, 빔 집속을 위한 채널 각각의 시간 지연의 생성시에 참조되는 것을 특징으로 하는 시간 지연

정보의 전처리 방법.

[청구항 7] 빔 집속을 위해 채널 각각을 시간 지연하는 방법에 있어서,
각각의 채널 별로 초기 빔 집속 지연값을 독출하는 단계;
시간 지연을 생성하고자 하는 영상점이 속하는 구간에 대하여 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 미리 압축된 시간 지연 정보를 독출하는 단계; 및
독출된 상기 시간 지연 정보로부터 추출된 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 상기 초기 빔 집속 지연값에 합산하여 영상점 각각의 시간 지연을 생성하는 단계를 포함하는 시간 지연 방법.

[청구항 8] 제 7 항에 있어서,
상기 미리 압축된 시간 지연 정보는,
모든 영상점에 대하여 집속하는 수신 동적 빔 집속에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값이 연속하여 반복되는 횟수가 매칭되어 룩-업 테이블(look-up table, LUT)에 미리 저장됨으로써, 하나의 시간 지연 차이값과 그에 대응하는 반복 횟수만으로 복수개의 영상점 간의 시간 지연 차이값을 압축하는 것을 특징으로 하는 시간 지연 방법.

[청구항 9] 제 8 항에 있어서,
상기 미리 압축된 시간 지연 정보는,
시간 지연 차이값을 증분(increment)으로 설정하고 해당 증분의 반복 횟수를 매칭하여 기록하는 런 길이 부호화(run length encoding)에 따르는 것을 특징으로 하는 시간 지연 방법.

[청구항 10] 제 8 항에 있어서,
상기 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수는,
인접한 영상점의 동일한 증분에 대한 압축률에 비례하여 설정되며, 상기 시간 지연 차이값의 압축에 따라 감소하는 메모리의 크기가 최대가 되도록 결정되는 것을 특징으로 하는 시간 지연 방법.

[청구항 11] 제 7 항에 있어서,
상기 영상점 각각의 시간 지연을 생성하는 단계는,
독출된 상기 시간 지연 정보 내에 포함된 시간 지연 차이값 별 반복 횟수만큼 이웃하는 영상점에 대한 시간 지연을 연속적으로 생성하는 것을 특징으로 하는 시간 지연 방법.

[청구항 12] 제 1 항 내지 제 11 항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

[청구항 13] 빔 집속을 위해 채널 각각을 시간 지연하는 장치에 있어서,
각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 산출하고,
수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점

간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 상기 시간 지연 차이값을 압축하며, 압축된 상기 시간 지연 차이값과 상기 각각의 채널의 초기 빔 집속 지연값을 미리 저장하는 저장부; 및

상기 저장부로부터 각각의 채널 별로 초기 빔 집속 지연값과 시간 지연을 생성하고자 하는 영상점이 속하는 구간에 대하여 압축된 시간 지연 정보를 독출하고, 독출된 상기 시간 지연 정보로부터 추출된 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 상기 초기 빔 집속 지연값에 합산하여 영상점 각각의 시간 지연을 생성하는 처리부를 포함하는 시간 지연 장치.

[청구항 14] 제 13 항에 있어서,

상기 저장부는,

모든 영상점에 대하여 집속하는 수신 동적 빔 집속에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값이 연속하여 반복되는 횟수가 매칭되어 미리 저장되는 룩-업 테이블(look-up table, LUT)을 포함함으로써, 하나의 시간 지연 차이값과 그에 대응하는 반복 횟수만으로 복수개의 영상점 간의 시간 지연 차이값을 압축하는 것을 특징으로 하는 시간 지연 장치.

[청구항 15] 제 14 항에 있어서,

상기 저장부는,

시간 지연 차이값을 증분(increment)으로 설정하고 해당 증분의 반복 횟수를 매칭하여 기록하는 런 길이 부호화(run length encoding)에 따르는 것을 특징으로 하는 시간 지연 장치.

[청구항 16] 제 14 항에 있어서,

상기 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수는,

인접한 영상점의 동일한 증분에 대한 압축률에 비례하여 설정되며, 상기 시간 지연 차이값의 압축에 따라 감소하는 메모리의 크기가 최대가 되도록 결정되는 것을 특징으로 하는 시간 지연 장치.

[청구항 17] 제 13 항에 있어서,

상기 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값은 시간 지연값에 샘플링 주파수를 승산한 값에 따르며,

영상점의 거리에 따른 상기 시간 지연의 증분은 선형적으로 증가하되 임계치 이하로 제한되는 것을 특징으로 하는 시간 지연 장치.

[청구항 18] 제 13 항에 있어서,

상기 처리부는,

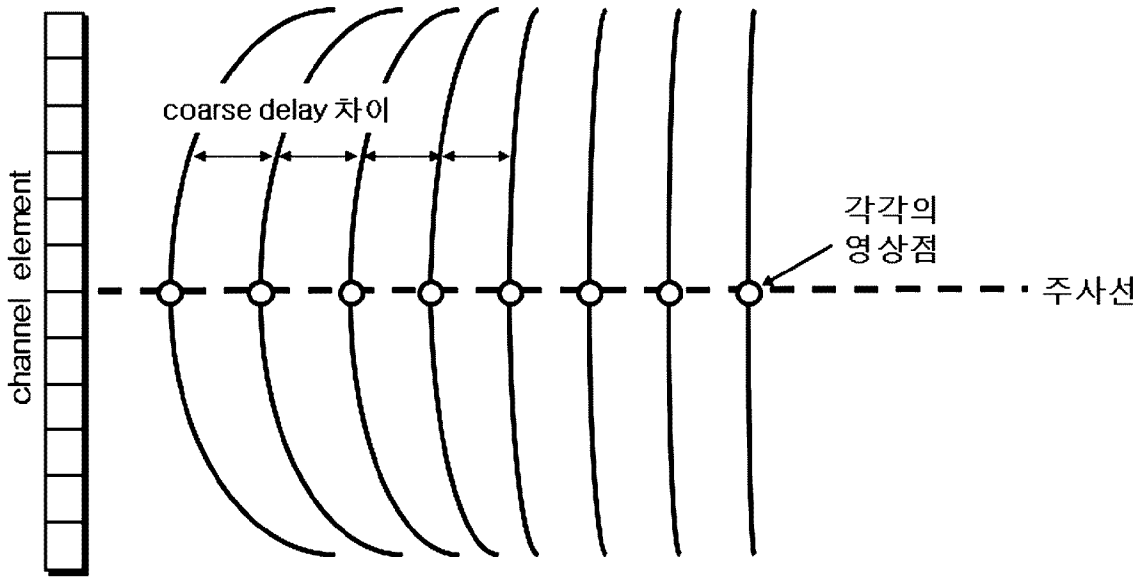
독출된 상기 시간 지연 정보 내에 포함된 시간 지연 차이값 별 반복 횟수만큼 이웃하는 영상점에 대한 시간 지연을 연속적으로 생성하는 것을 특징으로 하는 시간 지연 장치.

[청구항 19] 제 13 항 내지 제 18 항 중에 어느 한 항에 따른 시간 지연 장치; 및

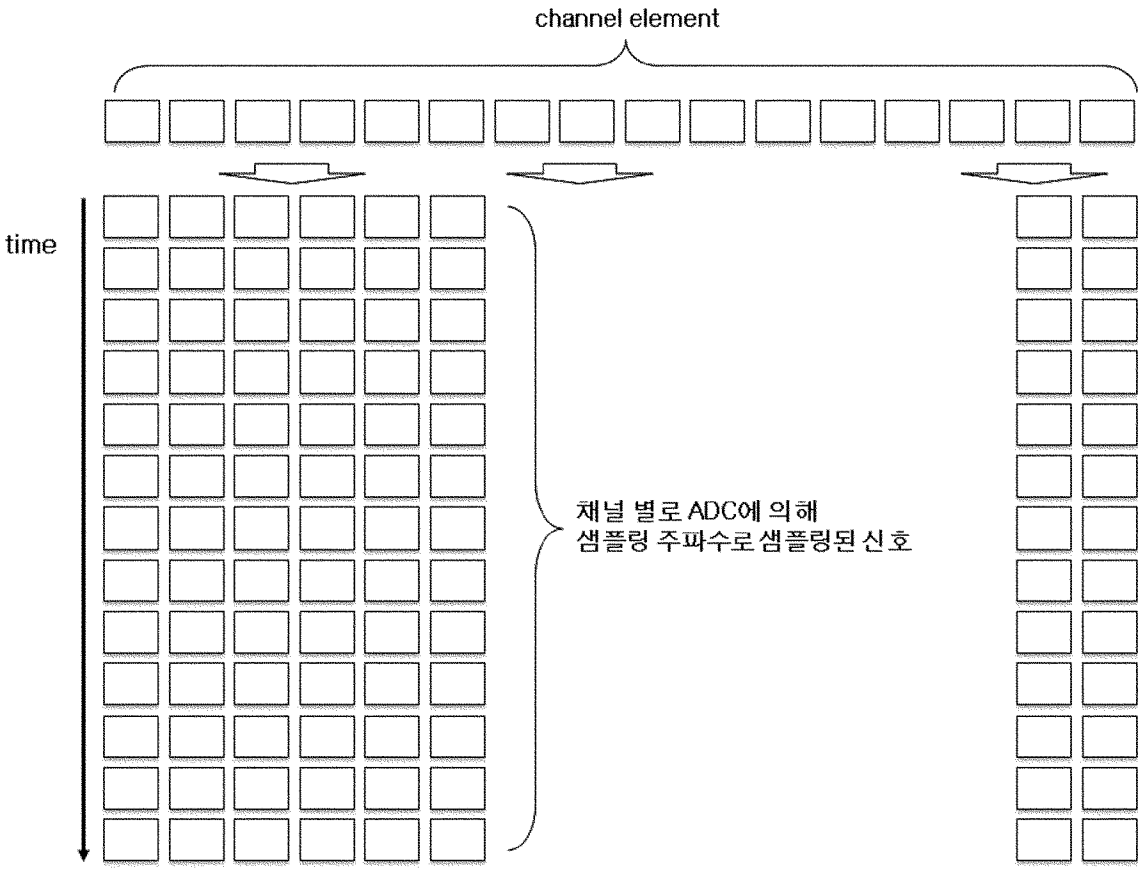
복수 개의 채널에 대응하는 소자(element)로 구성된 트랜스듀서

어레이(transducer array)를 포함하고,
상기 시간 지연 장치 및 상기 트랜스듀서 어레이를 이용하여 집속점에 대한 초음파 신호를 송수신하는 빔 집속 장치.

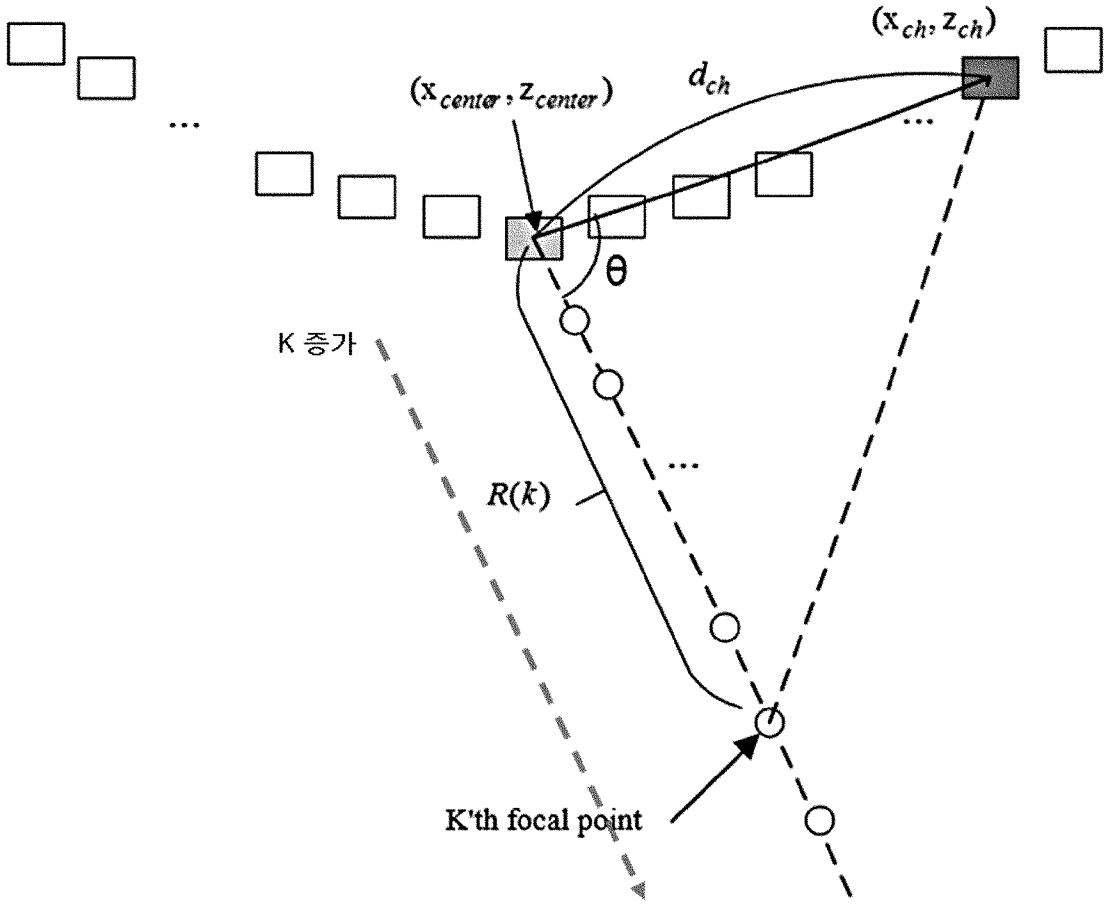
[도1]


channel element
coarse delay 차이
각각의
영상점
주사선

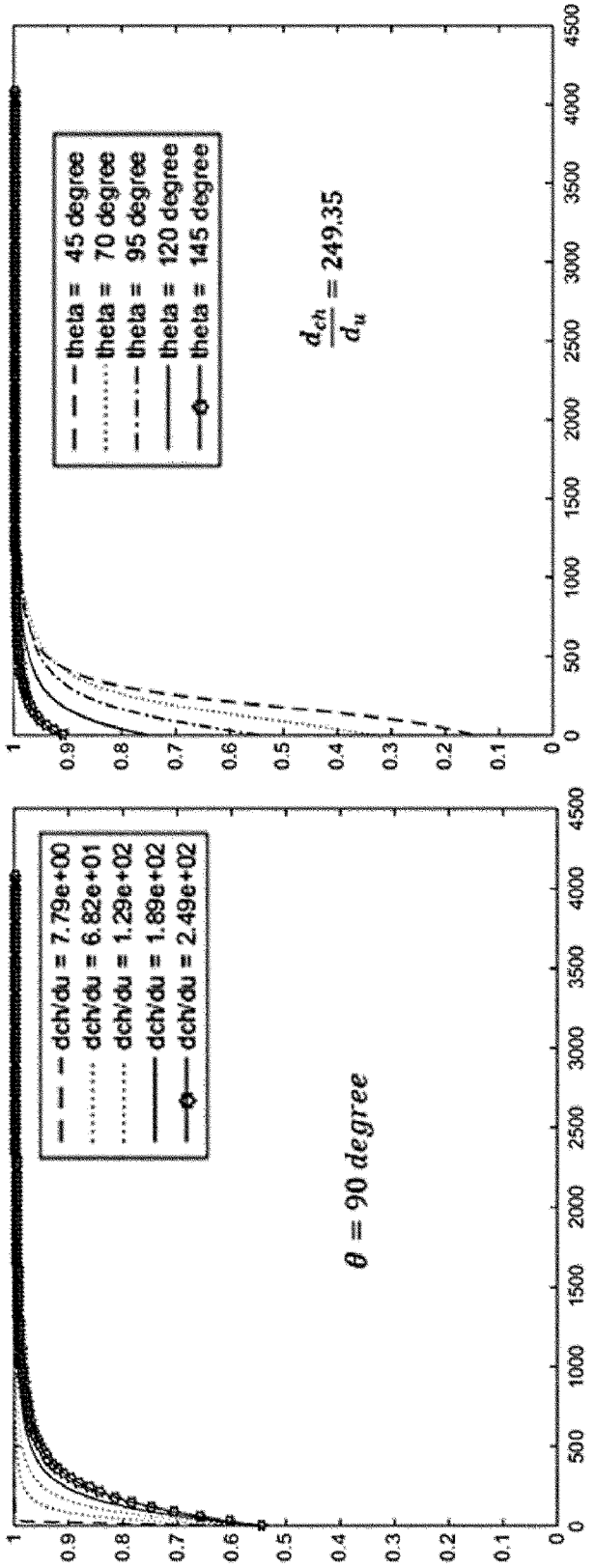
[도2]


channel element
time
채널 별로 ADC에 의해
샘플링 주파수로 샘플링된 신호

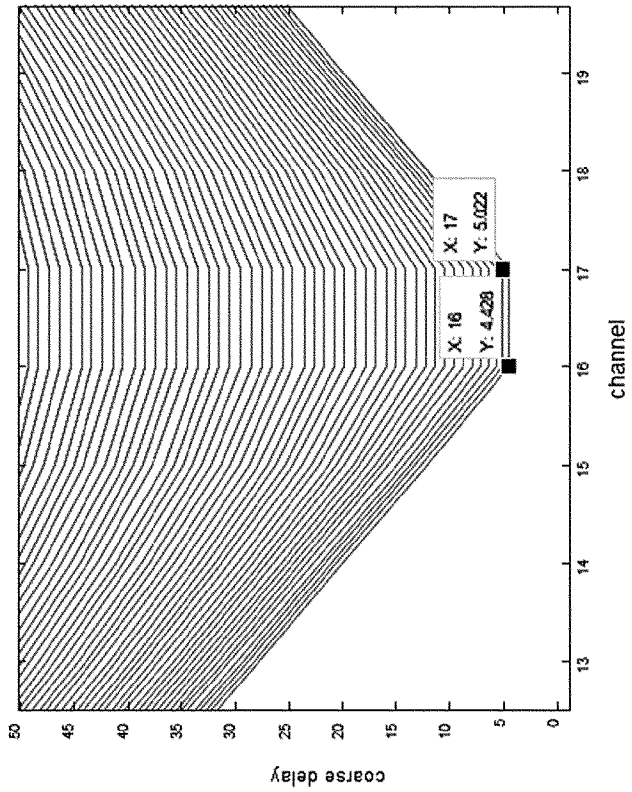
[도3]



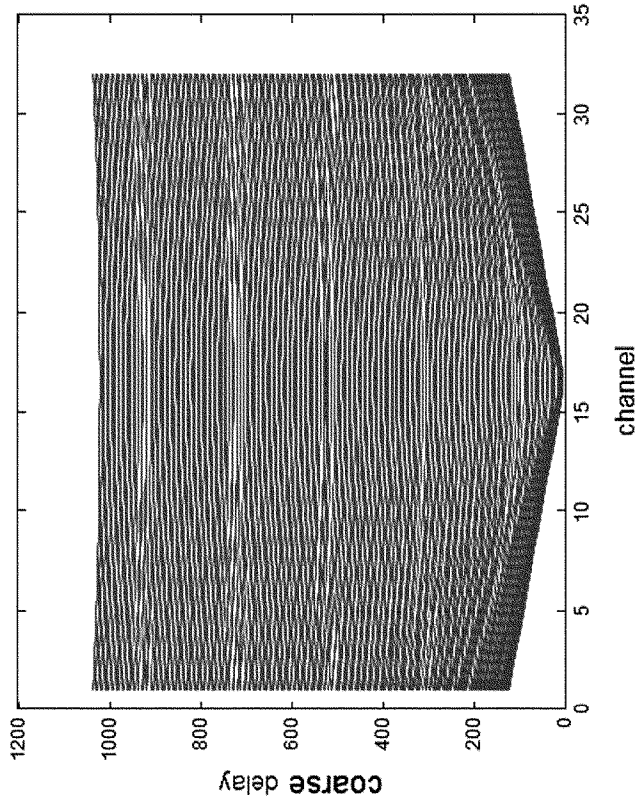
[도4]


dch/du = 7.79e+00
dch/du = 6.82e+01
dch/du = 1.29e+02
dch/du = 1.89e+02
dch/du = 2.49e+02
θ = 90 degree
[A]
theta = 45 degree
theta = 70 degree
theta = 95 degree
theta = 120 degree
theta = 145 degree
$\frac{d_{ch}}{d_u} = 249.35$
[B]

[도5]

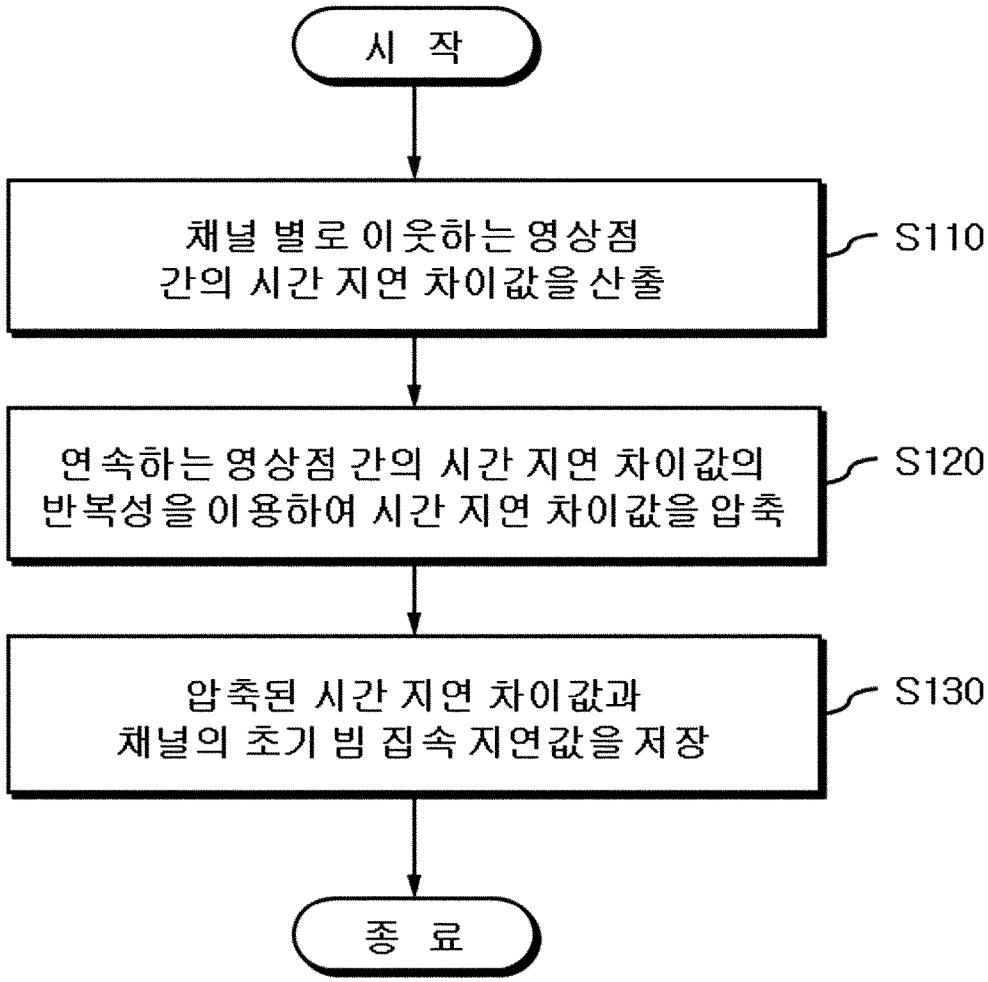

X: 17
Y: 5.022
X: 16
Y: 4.428
coarse delay
channel

[B]

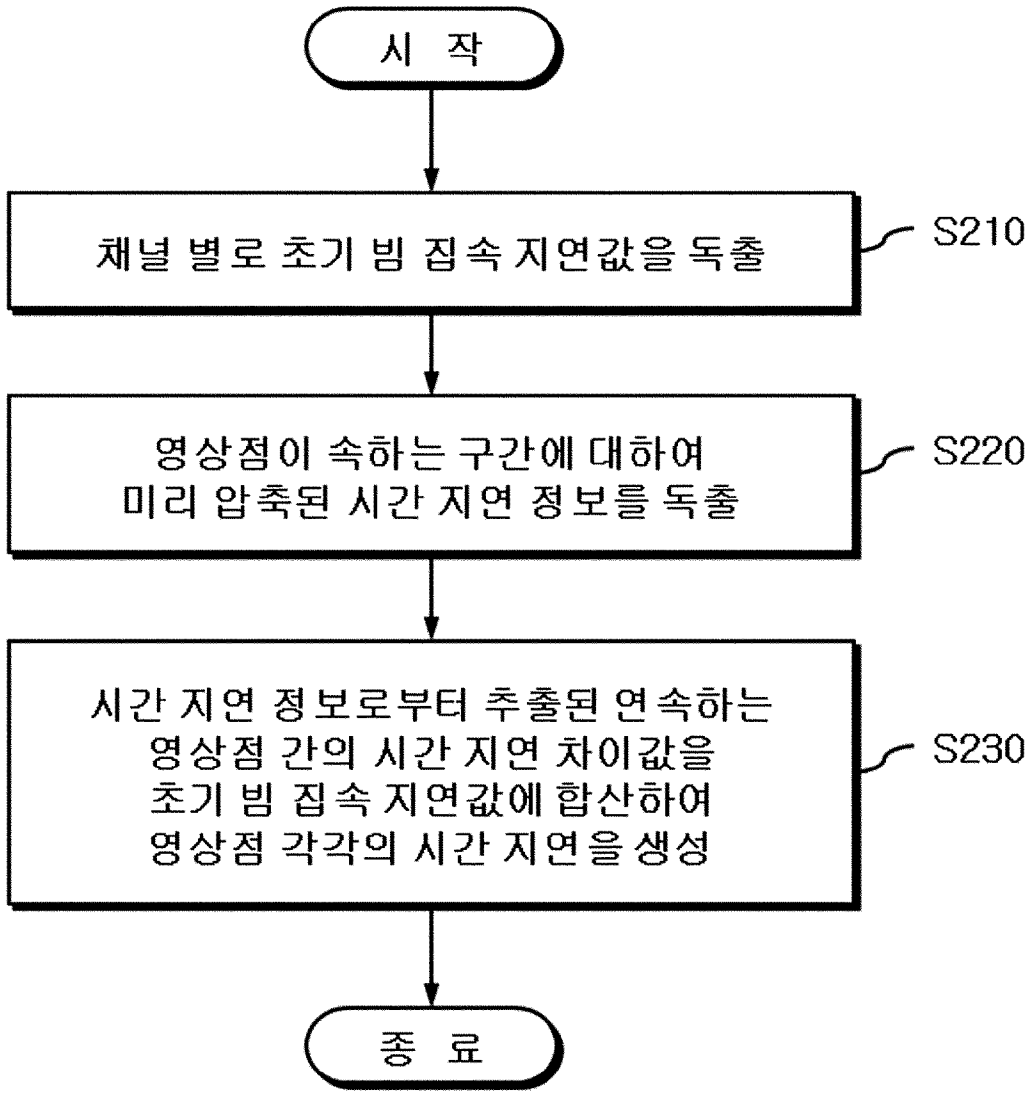

coarse delay
channel

[A]

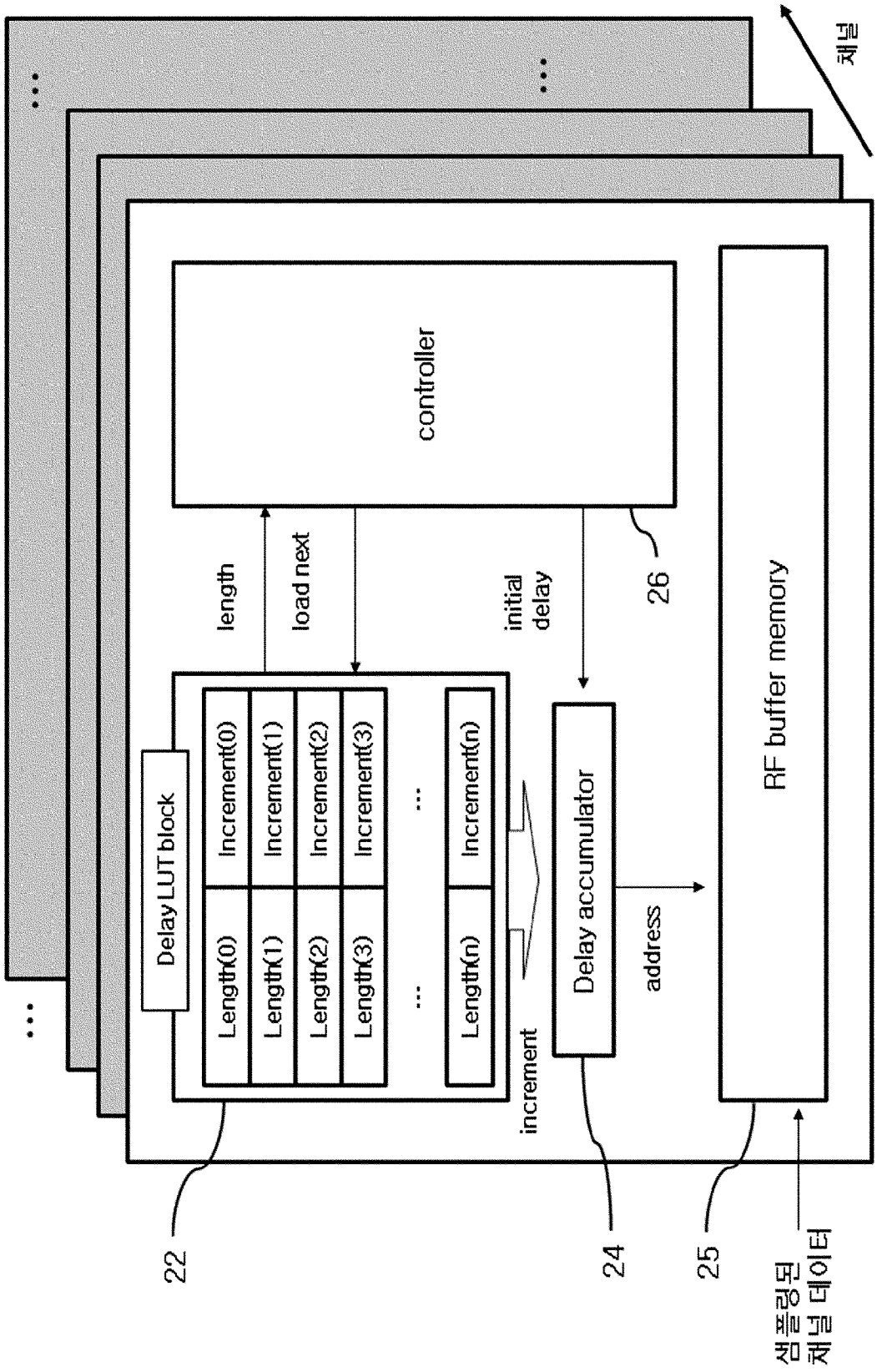
[도6]


시 작
채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 산출
S110
연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 시간 지연 차이값을 압축
S120
압축된 시간 지연 차이값과 채널의 초기 빔 집속 지연값을 저장
S130
종 료

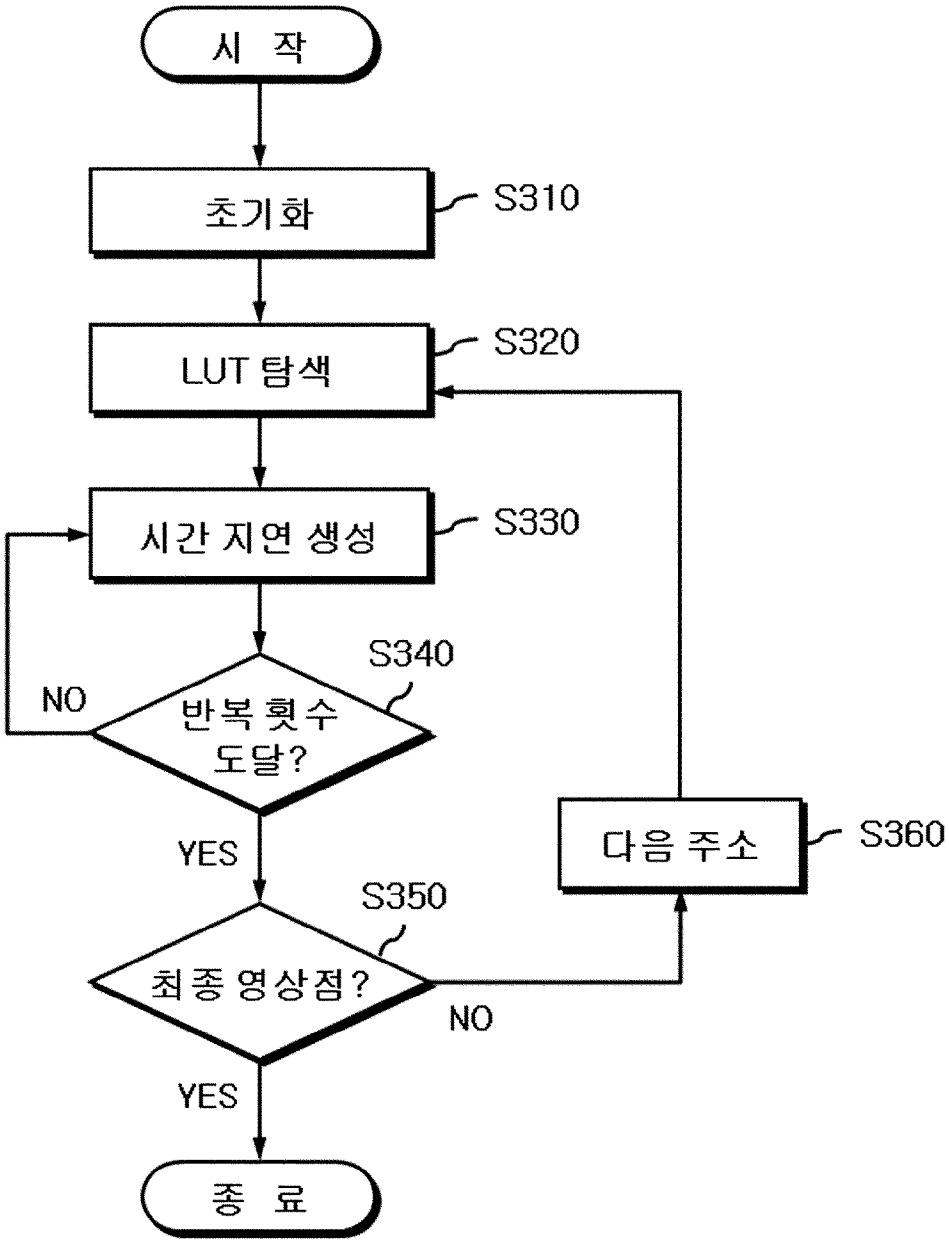
[도7]


시 작
채널 별로 초기 빔 집속 지연값을 독출
S210
영상점이 속하는 구간에 대하여
미리 압축된 시간 지연 정보를 독출
S220
시간 지연 정보로부터 추출된 연속하는
영상점 간의 시간 지연 차이값을
초기 빔 집속 지연값에 합산하여
영상점 각각의 시간 지연을 생성
S230
종 료

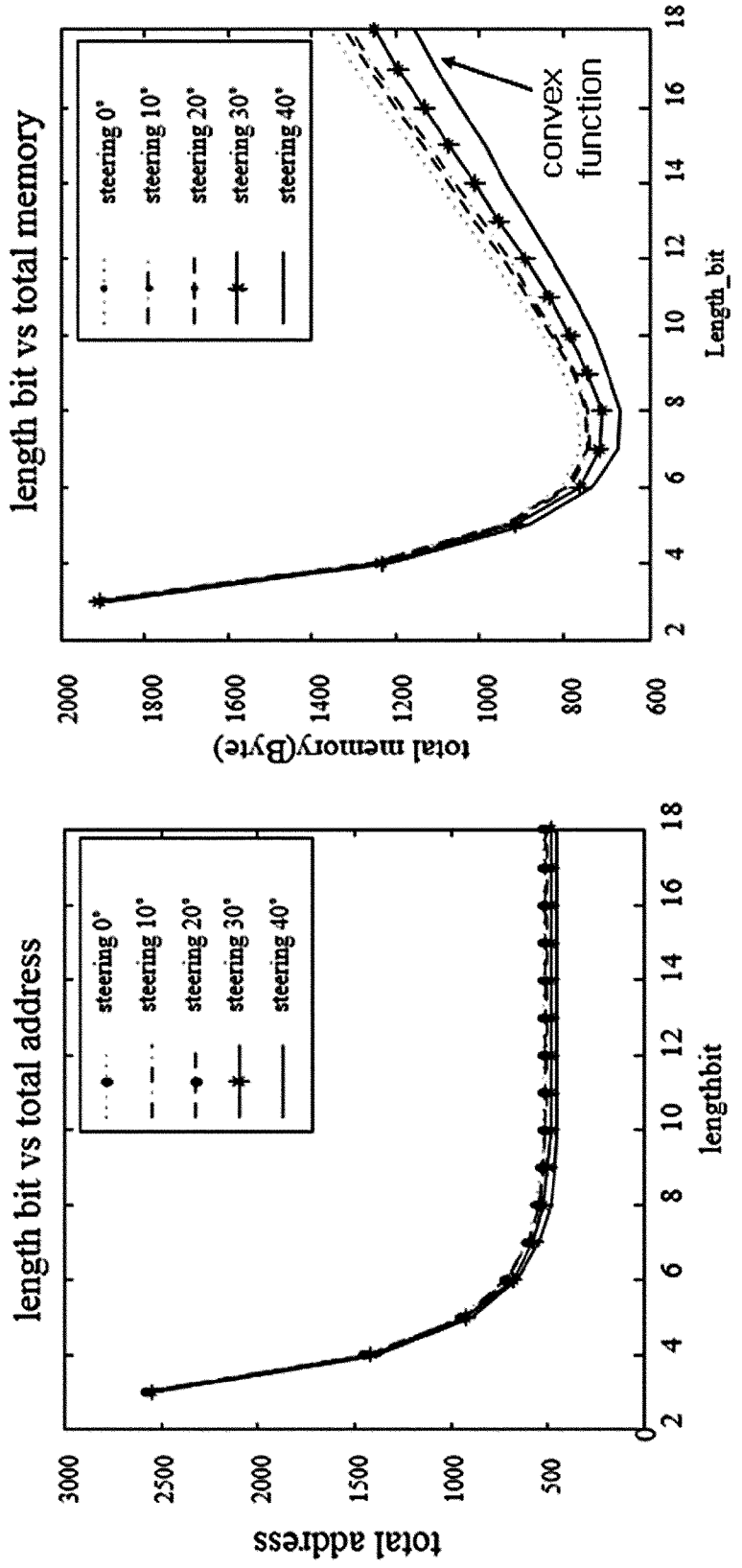
[도8]


채널
controller
length
load next
initial delay
26
RF buffer memory
Delay LUT block
Length(0)
Length(1)
Length(2)
Length(3)
Length(n)
Increment(0)
Increment(1)
Increment(2)
Increment(3)
Increment(n)
increment
Delay accumulator
address
22
24
25
샘플링된 채널 데이터

[도9]

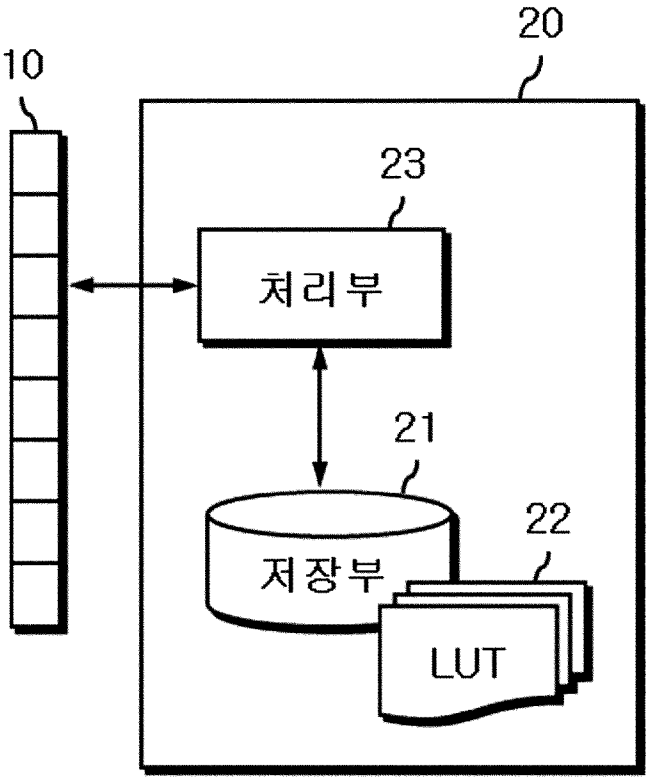

시 작
초기화
S310
LUT 탐색
S320
시간 지연 생성
S330
S340
반복 횟수 도달?
NO
YES
S350
최종 영상점?
NO
YES
다음 주소
S360
종 료

[도10]


length bit vs total address
total address
lengthbit
steering 0°
steering 10°
steering 20°
steering 30°
steering 40°
length bit vs total memory
total memory(Byte)
Length_bit
convex function

[A] [B]

[도11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2018/015078

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 8/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B 8/00; A61B 8/14; G01S 15/89; G01S 7/52; G06F 19/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: beam focusing, channel, time delay, difference, compression

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-1590481 B1 (SOGANG UNIVERSITY RESEARCH & BUSINESS DEVELOPMENT FOUNDATION) 01 February 2016 See paragraphs [20]-[29] and figures 2, 3.	1-19
A	KR 10-2007-0009279 A (MEDISON CO., LTD.) 18 January 2007 See paragraph [29] and figure 3.	1-19
A	KR 10-2013-0014822 A (SOGANG UNIVERSITY RESEARCH & BUSINESS DEVELOPMENT FOUNDATION) 12 February 2013 See paragraphs [29]-[33] and figure 1.	1-19
A	KR 10-2016-0005764 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 15 January 2016 See the entire document.	1-19
A	KR 10-2014-0086575 A (SOGANG UNIVERSITY RESEARCH & BUSINESS DEVELOPMENT FOUNDATION) 08 July 2014 See the entire document.	1-19

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
17 APRIL 2019 (17.04.2019)	**17 APRIL 2019 (17.04.2019)**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2018/015078

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of group 1: claims 1-6 and 12-19 pertain to a method, a recording medium, and an apparatus for pre-processing time delay information of each channel for beam focusing.

The inventions of group 2: claims 7-11 pertain to a method and an apparatus for time-delaying each of the channels for beam focusing.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2018/015078

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1590481 B1	01/02/2016	NONE	
KR 10-2007-0009279 A	18/01/2007	EP 1744175 A2	17/01/2007
		EP 1744175 A3	14/10/2009
		JP 2007-021214 A	01/02/2007
		KR 10-0847797 B1	23/07/2008
		US 2007-0016049 A1	18/01/2007
KR 10-2013-0014822 A	12/02/2013	KR 10-1312309 B1	27/09/2013
		WO 2013-018964 A1	07/02/2013
KR 10-2016-0005764 A	15/01/2016	CN 105339808 A	17/02/2016
		CN 105339808 B	01/01/2019
		JP 2016-517770 A	20/06/2016
		JP 6416884 B2	31/10/2018
		US 2014-0334266 A1	13/11/2014
		US 9239375 B2	19/01/2016
		WO 2014-182567 A1	13/11/2014
KR 10-2014-0086575 A	08/07/2014	KR 10-1442221 B1	19/09/2014

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2018/015078

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

A61B 8/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
A61B 8/00; A61B 8/14; G01S 15/89; G01S 7/52; G06F 19/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 빔집속, 채널, 시간 지연, 차이, 압축

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-1590481 B1 (서강대학교산학협력단) 2016.02.01 단락 [20]-[29] 및 도면 2,3 참조.	1-19
A	KR 10-2007-0009279 A (주식회사 메디슨) 2007.01.18 단락 [29] 및 도면 3 참조.	1-19
A	KR 10-2013-0014822 A (서강대학교산학협력단) 2013.02.12 단락 [29]-[33] 및 도면 1 참조.	1-19
A	KR 10-2016-0005764 A (제네럴 일렉트릭 컴퍼니) 2016.01.15 전체 문헌 참조.	1-19
A	KR 10-2014-0086575 A (서강대학교산학협력단) 2014.07.08 전체 문헌 참조.	1-19

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2019년 04월 17일 (17.04.2019)	2019년 04월 17일 (17.04.2019)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
김연경
전화번호 +82-42-481-3325

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2018/015078

제2기재란 일부 청구항을 조사할 수 없는 경우의 의견(첫 번째 용지의 2의 계속)

PCT 제17조(2)(a)의 규정에 따라 다음과 같은 이유로 일부 청구항에 대하여 본 국제조사보고서가 작성되지 아니하였습니다.

1. ☐ 청구항:
이 청구항은 본 기관이 조사할 필요가 없는 대상에 관련됩니다. 즉,

2. ☐ 청구항:
이 청구항은 유효한 국제조사를 수행할 수 없을 정도로 소정의 요건을 충족하지 아니하는 국제출원의 부분과 관련됩니다. 구체적으로는,

3. ☐ 청구항:
이 청구항은 종속청구항이나 PCT규칙 6.4(a)의 두 번째 및 세 번째 문장의 규정에 따라 작성되어 있지 않습니다.

제3기재란 발명의 단일성이 결여된 경우의 의견(첫 번째 용지의 3의 계속)

본 국제조사기관은 본 국제출원에 다음과 같이 다수의 발명이 있다고 봅니다.

제1군 발명: 청구항 1-6, 12-19는 빔 집속을 위해 채널 각각의 시간 지연 정보를 전처리하는 방법, 기록매체, 및 장치에 관한 것입니다.
제2군 발명: 청구항 7-11은 빔 집속을 위해 채널 각각을 시간 지연하는 방법 및 장치에 관한 것입니다.

1. ☒ 출원인이 모든 추가수수료를 기간 내에 납부하였으므로, 본 국제조사보고서는 모든 조사 가능한 청구항을 대상으로 합니다.

2. ☐ 추가수수료 납부를 요구하지 않고도 모든 조사 가능한 청구항을 조사할 수 있었으므로, 본 기관은 추가수수료 납부를 요구하지 아니하였습니다.

3. ☐ 출원인이 추가수수료의 일부만을 기간 내에 납부하였으므로, 본 국제조사보고서는 수수료가 납부된 청구항만을 대상으로 합니다. 구체적인 청구항은 아래와 같습니다.

4. ☐ 출원인이 기간 내에 추가수수료를 납부하지 아니하였습니다. 따라서 본 국제조사보고서는 청구범위에 처음 기재된 발명에 한정되어 있으며, 해당 청구항은 아래와 같습니다.

이의신청에 관한 기재

☐ 출원인의 이의신청 및 이의신청료 납부(해당하는 경우)와 함께 추가수수료가 납부되었습니다.

☐ 출원인의 이의신청과 함께 추가수수료가 납부되었으나 이의신청료가 보정요구서에 명시된 기간 내에 납부되지 아니하였습니다.

☒ 이의신청 없이 추가수수료가 납부되었습니다.

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2018/015078

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1590481 B1	2016/02/01	없음	
KR 10-2007-0009279 A	2007/01/18	EP 1744175 A2	2007/01/17
		EP 1744175 A3	2009/10/14
		JP 2007-021214 A	2007/02/01
		KR 10-0847797 B1	2008/07/23
		US 2007-0016049 A1	2007/01/18
KR 10-2013-0014822 A	2013/02/12	KR 10-1312309 B1	2013/09/27
		WO 2013-018964 A1	2013/02/07
KR 10-2016-0005764 A	2016/01/15	CN 105339808 A	2016/02/17
		CN 105339808 B	2019/01/01
		JP 2016-517770 A	2016/06/20
		JP 6416884 B2	2018/10/31
		US 2014-0334266 A1	2014/11/13
		US 9239375 B2	2016/01/19
		WO 2014-182567 A1	2014/11/13
KR 10-2014-0086575 A	2014/07/08	KR 10-1442221 B1	2014/09/19