

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(43) 국제공개일
2009년 7월 23일 (23.07.2009)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2009/091202 A2

- (51) 국제특허분류:
A61B 6/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2009/000231
- (22) 국제출원일: 2009년 1월 15일 (15.01.2009)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2008-0004377 2008년 1월 15일 (15.01.2008) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): (주) 이우테크놀로지 (E-WOO TECHNOLOGY CO., LTD) [KR/KR]; 경기도 용인시 기흥구 보라동 473-4 윤민테크노타운 1층, 4층, 5층, 446-904 Gyeonggi-Do (KR).
- (72) 발명자: 권
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 노창준 (RO, Chang Joon) [KR/KR]; 경기도 성남시 분당구 정자동 9번지 아이파크 분당 103동 3203호, 463-010 Gyeonggi-Do (KR). 김태우 (KIM, Tae Woo) [KR/KR]; 경기도 용인시 기흥구 보라동 473-4 윤민테크노타운 4층, 446-904 Gyeonggi-Do (KR).
- (74) 대리인: 특허법인아이엠 (IAMPATENT FIRM); 서울 강남구 역삼동 627 상도사 빌딩 2층, 135-080 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

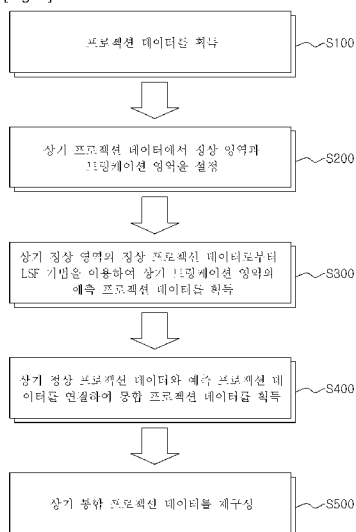
공개:

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

(54) Title: METHOD FOR CORRECTING TRUNCATION ARTIFACTS

(54) 발명의 명칭: 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법

[Fig. 8]



S100 ...ACQUISITION OF PROJECTION DATA

S200 ...SETUP OF NORMAL SECTION AND TRUNCATON SECTION IN THE PROJECTION DATA

S300 ...ACQUISITION OF ESTIMATING PROJECTION DATA OF THE TRUNCATON SECTION FROM NORMAL PROJECTION DATA OF THE NORMAL SECTION BY USING LSF TECHNIQUE

S400 ...ACQUISITION OF COMBINING PROJECTION DATA BY CONNECTING THE NORMAL PROJECTION DATA WITH THE ESTIMATING PROJECTION DATA

S500 ... RECONFIGURATION OF THE COMBINING PROJECTION DATA

(57) Abstract: The present invention relates to a method for correcting truncation artifacts in a dental X-ray CT apparatus, that provides a correction for truncation artifacts, which are caused by imaging deviation of a part of the head of a patient from the region of interest in the case of imaging an object, i.e. the head of a patient, with an LSF technique which enhances the edges of the reconfigured images.

(57) 요약서: 본 발명은 치과용 엑스 레이 씨티 장치로 대상물, 즉, 환자의 두부를 촬영하는 경우 두부의 일부분이 관심 영역에서 벗어난 상태로 촬영되는데 이러한 두부의 일부분이 관심 영역에서 벗어남으로써 재구성된 영상 of 가장자리가 강조되는 트렁케이션 아티팩트(Truncation artifact)를 LSF 기법으로 보정하는 방법을 제시하는 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법에 관한 것이다.

WO 2009/091202 A2

명세서

트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법에 관한 것으로, 보다 자세하게는 대상물의 일부분이 관심 영역에서 벗어난 상태로 CT 촬영되는 경우 발생하는 트렁케이션 아티팩트를 LSF 기법으로 보정하여 선명한 촬영 영상을 획득할 수 있도록 하는 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 오늘날 환자의 상태를 보다 정확히 진단하기 위하여 의료 영상을 획득하는 장비들이 개발되었다.
- [3] 그 중에서도 엑스 레이 씨티 장치(X-ray computed tomography)와 같은 3차원 단층촬영 시스템(Three-dimensional tomographic system)은 정확한 3차원 영상을 얻을 수 있다는 장점이 있다. 상기와 같은 이유로 엑스 레이 씨티 장치와 같은 3차원 단층촬영 시스템은 의료 영상을 획득하는 장비 중 가장 널리 사용되는 것 중의 하나가 되었다.
- [4] 한편, 상기 엑스 레이 씨티 장치를 치과용 엑스 레이 씨티 장치로 이용하는 경우 환자의 치아를 중점적으로 촬영하게 된다.
- [5] 이때, 상기 엑스 레이 씨티 장치가 촬영하는 영역을 관심 영역이라 하는데, 도 1에 도시한 바와 같이 관심 영역이 대상물(이때 대상물은 환자의 두부 전체를 말함)의 일부분에 해당하는 경우, 대상물의 일부분은 관심 영역 밖에 존재하게 된다.
- [6] 이로 인해 상기 관심 영역의 가장자리, 특히 상기 대상물이 잘리는 영역에서 강조되는 현상이 발견되는데 이러한 현상을 트렁케이션 아티팩트(truncation artifact)(100)라 한다.
- [7] 상기 트렁케이션 아티팩트가 발생된 촬영 영상은 그 가장 자리가 강조된 영상을 제공하게 되어 선명하지 못한 촬영 영상을 제공하게 된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 제반 단점과 문제점을 해결하기 위한 것으로, 대상물의 일부분이 관심 영역에서 벗어난 상태로 CT 촬영되는 경우 발생하는 트렁케이션 아티팩트를 LSF 기법으로 보정하여 선명한 촬영 영상을 획득할 수 있도록 하는 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법을 제공함에 본 발명의 목적이 있다.

기술적 해결방법

- [9] 본 발명의 상기 목적은 대상물을 촬영하여 프로젝션 데이터를 획득하는 단계; 상기 프로젝션 데이터에서 정상 영역과 트렁케이션 영역을 설정하는 단계; 상기

정상 영역의 정상 프로젝션 데이터로부터 LSF 기법을 이용하여 상기 트렁케이션 영역의 예측 프로젝션 데이터를 획득하는 단계; 상기 정상 프로젝션 데이터와 예측 프로젝션 데이터를 연결하여 통합 프로젝션 데이터를 획득하는 단계; 및 상기 통합 프로젝션 데이터를 재구성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법에 의해 달성된다.

- [10] 또한, 본 발명의 상기 목적은 상기 LSF 기법은 상기 정상 프로젝션 데이터의 마지막 점을 지나야한다는 제1조건, 상기 LSF 기법을 이용하여 획득한 예측 프로젝션 데이터는 항상 양수이어야 한다는 제2조건 및 상기 LSF 기법에 의해 도출된 함수는 수렴하여야 한다는 제3조건을 모두 만족하는 것을 특징으로 하는 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법에 의해서도 달성된다.

- [11] 또한, 본 발명의 상기 목적은 상기 LSF 기법에 의해 도출된 함수는 2차 식인 것을 특징으로 하는 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법에 의해서도 달성된다.

유리한 효과

- [12] 본 발명의 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법은 엑스 레이 씨티 촬영 장치로 대상물의 일부분을 촬영할 때 발생하는 트렁케이션 아티팩트를 보정하여 선명한 촬영 영상을 제공하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [13] 도 1은 트렁케이션 아티팩트를 보여주는 도이다.
 [14] 도 2 내지 도 4 및 도 5 내지 도 7는 트렁케이션 아티팩트가 나타나는 원리를 설명하기 위한 도들이다.
 [15] 도 8는 본 발명이 일 실시 예에 따른 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법을 설명하는 흐름도이다.
 [16] 도 9, 도 10 및 도 11는 정상 프로젝션 데이터로부터 LSF 기법을 이용하여 예측 프로젝션 데이터를 획득하는 방법은 설명하는 도들이다.
 [17] 도 12 내지 도 15는 본 발명의 일 실시 예에 따른 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법을 피지컬 팬텀에 적용하는 결과를 보여주는 도들이다.
 [18] 도 16 내지 도 18는 본 발명의 일 실시 예에 따른 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법을 적용하지 않고 재구성한 경우와 적용한 후 재구성한 경우의 도들을 도시하고 있다.

발명의 실시를 위한 형태

- [19] 본 발명의 상기 목적과 기술적 구성 및 그에 따른 작용효과에 관한 자세한 사항은 본 발명의 바람직한 실시 예를 도시하고 있는 도면을 참조한 이하 상세한 설명에 의해 보다 명확하게 이해될 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [20] 우선, 엑스 레이 씨티 촬영 장치를 이용하여 3차원 영상을 획득하는 방법을 간략하게 설명한다.

- [21] 먼저 엑스 레이 씨티 촬영 장치에 구비된 엑스 레이 소오스(X-ray source) 및 디텍터(detector) 사이에 대상물을 위치시키고 상기 엑스 레이 소오스에서 발생된 엑스 레이를 상기 대상물을 조사하고 상기 디텍터로 수광하여 데이터들을 획득하여 2차원 영상이 프로젝션 데이터를 획득한다.
- [22] 그리고 상기 엑스 레이 소오스 및 디텍터는 동일한 각도씩 이동하며 360도까지 원형 궤적을 회전하는 스캔하면서 상기 프로젝션 데이터를 복수 개 획득한다.
- [23] 마지막으로 상기 복수 개의 프로젝션 데이터들을 3차원 영상으로 재구성함으로써 상기 대상물의 3차원 영상을 획득한다.
- [24] 이때, 상기 3차원 영상 재구성은 여러 기법들이 있으나 본 발명에서는 Feldkamp, Davis 및 Kress(FDK)가 제안한 필터 백-프로젝션 알고리즘(filtered back-projection algorithm) 기법을 사용하였다.
- [25] 상기 필터 백-프로젝션 알고리즘은 하기와 같은 방법에 따라 처리된다.
- [26] 우선 전처리 및 필터링을 실시한다. 엑스 레이 씨티 촬영 장치에서 획득된 프로젝션 데이터들을 하나씩 로딩한다.
- [27] 그리고 프로젝션 데이터에 자코비안 웨이팅(jacobian weighting) 처리를 행한다.
- [28] 이때, 상기 자코비안 웨이팅 처리는 수학적인 처리 과정 중 극 좌표계(polar coordinates)와 사각 좌표계(rectangular coordinates) 사이에서의 값의 변화를 보정해 주기 위한 과정이다.
- [29] 그리고 상기 프로젝션 데이터를 필터를 이용하여 필터링한다.
- [30] 이때, 상기 필터링은 필터 백-프로젝션 알고리즘 기법의 핵심이 된다. 상기 필터링을 행하지 않았을 때는 재구성 결과로 도출된 물체 부분의 형상이 흐릿하고 불분명하게 보이게 된다. 이를 해결하기 위하여 원래의 물체의 형상에 가깝게 될 수 있도록 프로젝션 데이터 각각에 필터링 처리를 해준다. 상기 필터링 과정은 상기 자코비안 웨이팅 과정과 이후 설명될 백-프로젝션 과정의 중간에 행해 준다.
- [31] 이어서, 백-프로젝션을 실시한다. 상기 프로젝션 데이터의 대상점 데이터를 거리에 따른 웨이팅 팩터(weighting factor)를 계산한다.
- [32] 그리고 상기 프로젝션 데이터를 이용하여 보간법(interpolation)을 행하여 3차원 볼륨(volume)의 각 대상점의 값을 정한다. 그리고 상기 대상점의 값을 저장한다.
- [33] 이어서, 재구성 단면(slice)를 저장한다.
- [34] 상기 각각 프로젝션 데이터들 모두를 상기 전처리 및 필터링 처리, 백-프로젝션 처리 및 재구성 단면 저장을 순차적으로 처리한 후 단면으로 재구성 결과를 저장한다.
- [35] 도 2 내지 도 4 및 도 5 내지 도 7는 트렁케이션 아티팩트가 나타나는 원리를 설명하기 위한 도들이다. 이때, 도 2 내지 도 4는 트렁케이션 아티팩트가 나타나지 않는 경우를 도시한 도들이고, 도 5 내지 도 7는 트렁케이션 아티팩트가 나타나는 경우를 도시한 도들로 이를 비교함으로써 트렁케이션 아티팩트가 발생하는 원리를 알 수 있다.

- [36] 도 2 내지 도 4 및 도 5 내지 도 7를 참조하여 설명하면, 도 2에서 도시된 바와 같이 원통형 물체인 대상물(210) 전체가 관심 영역(220) 내부에 포함되어 촬영되는 경우, 상기 도 2의 라인(232)에 따른 컷뷰(cut view)의 프로젝션 데이터는 도 3에 도시된 바와 같은 값들을 가지게 될 것이다.
- [37] 상기 프로젝션 데이터를 상기에서 상술한 3차원 재구성 방법 중 필터링 처리 과정을 행한 후의 데이터로 표시하게 되면 도 4에 도시된 바와 같이 일정한 값을 가지게 된다.
- [38] 그러나 도 5에서 도시된 바와 같이 원통형 물체인 대상물(210)의 일부만이 관심 영역(220) 내에 포함되고 나머지는 상기 관심 영역(220) 외부에 있는 상태로 촬영되는 경우, 상기 도 5의 라인(234)에 따른 컷뷰의 프로젝션 데이터를 도시한 도 6에서 도시된 바와 같은 관심 영역의 가장자리(240)에서 그 값이 갑자기 변화되는 프로젝션 데이터를 획득하게 되고 이를 필터링 처리하게 되면 도 7에서 도시된 바와 같이 관심 영역의 가장자리(240)에서 강조되는 필터링 결과를 얻게 된다.
- [39] 도 7에 도시된 바와 같은 필터링된 그래프를 갖는 프로젝션 데이터를 재구성하여 재구성 단면을 획득하게 되면 도 1에서 도시한 바와 같이 관심 영역의 가장자리(240)가 강조된 영상 즉, 트렁케이션 아티팩트가 발생된 영상을 획득하게 된다.
- [40] 도 8는 본 발명이 일 실시 예에 따른 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법을 설명하는 흐름도이다.
- [41] 도 8를 참조하여 설명하면, 우선, 대상물을 엑스 레이 씨티 촬영 장치로 촬영하여 프로젝션 데이터를 획득한다(S100).
- [42] 이때, 상기 엑스 레이 씨티 촬영 장치는 엑스 레이 소오스와 디텍터를 일정 각도로 이동하면서 복 수개의 프로젝션 데이터를 획득한다.
- [43] 이때, 상기 대상물 전체가 관심 영역 내에 포함되어 있다고 한다면, 상기 복 수개의 프로젝션 데이터 각각을 전처리, 필터링 처리, 백-프로젝션 처리 및 재구성 단면 저장하여 영상을 획득할 수 있다.
- [44] 그러나 도 1에 도시된 바와 같이 대상물, 즉, 환자의 두부의 일부가 상기 관심 영역에서 벗어나 있다면 상기에서 상술한 바와 같은 트렁케이션 아티팩트가 발생한다.
- [45] 따라서 상기 필터링 처리 전에 상기 프로젝션 데이터에서 트렁케이션 아티팩트가 발생하는 것을 보정해야 한다.
- [46] 상기 트렁케이션 아티팩트를 보정하기 위해 우선 상기 프로젝션 데이터로부터 정상 영역과 트렁케이션 영역을 설정한다(S200).
- [47] 이어서 상기 정상 영역의 정상 프로젝션 데이터로부터 LSF(Least squares fitting) 기법을 이용하여 상기 트렁케이션 영역의 예측 프로젝션 데이터를 획득한다(S300).
- [48] 이어서 상기 정상 프로젝션 데이터와 예측 프로젝션 데이터를 연결하여 통합

프로젝션 데이터를 획득한다(S400).

[49] 마지막으로 상기 통합 프로젝트 데이터를 재구성하여 촬영 영상을 획득한다(S500).

[50] 상기 정상 영역의 정상 프로젝트 데이터로부터 LSF 기법을 이용하여 상기 트렁케이션 영역의 예측 프로젝트 데이터를 획득하는 방법은 이하 도 9, 도 10 및 도 11를 참조하여 설명한다.

[51] 도 9, 도 10 및 도 11를 참조하여 설명하면, 상기 트렁케이션 영역의 예측 프로젝트 데이터는 상기 정상 영역의 정상 프로젝트 데이터로부터 LSF 기법을 이용할 수 있다.

[52] 상기 LSF 기법으로 상기 정상 영역의 정상 프로젝트 데이터로부터 트렁케이션 영역의 예측 프로젝트 데이터를 예측할 수 있는데 상기 예측은 상기 정상 영역의 정상 프로젝트 데이터의 마지막 점을 이용하여 예측한다. 즉, 상기 마지막 점으로부터 상기 LSF 기법으로 상기 트렁케이션 영역의 예측 프로젝트 데이터를 획득할 수 있다.

[53] 우선, 상기 LSF 기법을 설명하면, 도 9에 도시한 바와 같이 어떤 점(x_i, y_i)에서 가장 접합한 함수 $f(x)$ 를 찾기 위해서는 y_i 와 $f(x_i)$ 의 차이(도 9에서 e에 해당하는 부분)의 제곱 합이 가장 작게 되도록 $f(x)$ 를 정하는 것을 LSF 기법이라고 하며 다음 수학식 1과 나타낼 수 있다.

[54]

[55] 수학식 1

$$\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \hat{A}, \hat{\alpha}_n = \arg_{\alpha_1, \alpha_2, A, \alpha_n} \min \sum_s (y_s - f(x_s, \alpha_1, \alpha_2, A, \alpha_n))^2$$

[56]

[57] 이때, 상기 α_i 는 함수 $f(x)$ 의 특성을 나타내는 파라미터이다.

[58] 이때, 상기 LSF 기법을 사용하여 상기 트렁케이션 영역의 예측 프로젝트 데이터를 획득하기 위해서는 다음과 같은 세 가지 조건을 만족해야 한다.

[59] 첫 번째, 상기 트렁케이션 영역의 예측 프로젝트 데이터는 상기 정상 영역의 정상 프로젝트 데이터의 마지막 점을 지나야 한다.

[60] 두 번째, 상기 트렁케이션 영역의 예측 프로젝트 데이터는 항상 양수이어야 한다.

[61] 세 번째, 상기 트렁케이션 영역의 예측 프로젝트 데이터는 수렴하여야 한다.

[62] 이때, 프로젝트 데이터는 일반적으로 위로 볼록한 형태를 갖는데 이러한 함수는 2차 및 4차와 같은 짝수 차 함수이다.

[63] 따라서, 상기 세 가지 조건 중 첫 번째 조건을 만족시키는 2차식 또는 4차식과 같은 짝수 차 함수가 본 발명의 예측 프로젝트 데이터를 예측하는데 사용될 수 있다.

[64] 우선 2차식 함수를 구해보면 하기 수학식 2와 같이 나타낼 수 있다.

[65]

[66] 수학식 2

$$f(x) = \alpha_2 (x - x_N)^2 + \alpha_1 (x - x_N) + y_N$$

[67]

[68] 이때, 상기 y_i 와 $f(x_i)$ 의 차이의 제곱 합이 최소가 되는 α_1 및 α_2 를 찾기 위해

$$\sum_i (y_i - f(x_i))^2$$

을 α_1 및 α_2 에 대해 미분하여 0인 값을 찾는다(하기 수학식 3 및 4 참조).

[69]

[70] 수학식 3

$$\frac{\partial}{\partial \alpha_1} \sum_i (y_i - f(x_i))^2 = -2 \sum_i (y_i - f(x_i))(x_i - x_N) = 0$$

[71]

[72] 수학식 4

$$\frac{\partial}{\partial \alpha_2} \sum_i (y_i - f(x_i))^2 = -2 \sum_i (y_i - f(x_i))(x_i - x_N)^2 = 0$$

[73]

[74] 상기 수학식 3 및 4를 정리하면 하기 수학식 5와 같이 나타낼 수 있다.

[75]

[76] 수학식 5

$$\begin{bmatrix} \alpha_2 \\ \alpha_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_i (x_i - x_N)^4 & \sum_i (x_i - x_N)^3 \\ \sum_i (x_i - x_N)^3 & \sum_i (x_i - x_N)^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum_i (x_i - x_N)^2 (y_i - y_N) \\ \sum_i (x_i - x_N) (y_i - y_N) \end{bmatrix}$$

[77]

[78] 다음 4차식 함수를 상기 2차식 함수를 구하는 방법과 동일한 방법으로 구해보면 하기 수학식 6 및 7과 같이 나타낼 수 있다.

[79]

[80] 수학식 6

$$f(x) = \alpha_4 (x - x_N)^4 + \alpha_3 (x - x_N)^3 + \alpha_2 (x - x_N)^2 + \alpha_1 (x - x_N) + y_N$$

[81]

[82] 수학식 7

$$A = \begin{bmatrix} \sum_i (x_i - x_{NT})^9 \sum_i (x_i - x_{NT})^7 \sum_i (x_i - x_{NT})^5 \sum_i (x_i - x_{NT})^3 \\ \sum_i (x_i - x_{NT})^7 \sum_i (x_i - x_{NT})^6 \sum_i (x_i - x_{NT})^4 \sum_i (x_i - x_{NT})^2 \\ \sum_i (x_i - x_{NT})^6 \sum_i (x_i - x_{NT})^5 \sum_i (x_i - x_{NT})^3 \sum_i (x_i - x_{NT})^2 \\ \sum_i (x_i - x_{NT})^5 \sum_i (x_i - x_{NT})^4 \sum_i (x_i - x_{NT})^3 \sum_i (x_i - x_{NT})^2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \alpha_4 \\ \alpha_3 \\ \alpha_2 \\ \alpha_1 \end{bmatrix} = A^{-1} \begin{bmatrix} \sum_i (x_i - x_{NT})^4 (y_i - y_{NT}) \\ \sum_i (x_i - x_{NT})^3 (y_i - y_{NT}) \\ \sum_i (x_i - x_{NT})^2 (y_i - y_{NT}) \\ \sum_i (x_i - x_{NT}) (y_i - y_{NT}) \end{bmatrix}$$

[83]

[84] 상기 2차식 및 4차식들을 이용하여 실제 프로젝션 데이터에 대하여 적용한 결과를 도 10에 도시하였다.

[85] 도 10에서 보는 바와 같이 프로젝션 데이터에서 정상 영역의 마지막 점(300)을 지나는 상기 2차식 및 4차식을 구할 수 있다.

[86] 이때, 상기 2차식은 위로 볼록한 함수의 형태를 갖고 있으나 상기 4차식은 발산하였다. 따라서 상기 4차식은 상기 세 가지 조건 중 세 번째의 조건을 만족하지 못하게 된다. 상기 4차식 이상의 짝수식은 상기 4차식과 같이 발산하게 됨으로 본 발명의 LSF 기법을 사용하기 위해서는 2차식을 사용해야 하는 것을 알 수 있다.

[87] 상기 도 10에 도시한 2차식에서 상기 조건들 중 두 번째의 조건을 만족시키기 위해 음수 영역은 양수로 변화시킨 결과를 도 11에 도시하였다.

[88] 따라서, 도 11에서 보는 바와 같이 프로젝션 데이터는 실제 프로젝션 데이터 즉, 정상 영역의 정상 프로젝션 데이터(310)와 상기 정상 프로젝션 데이터(310)의 마지막 점(300)에서 상기 정상 프로젝션 데이터(310)로부터 LSF 기법을 이용하여 예측한 예측 프로젝션 데이터(320)로 이루어질 수 있으며 상기 프로젝션 데이터를 이용하여 재구성하는 경우에는 상기 도 1에서와 같은 트렁케이션 아티팩트가 발생되지 않고 선명한 영상을 획득할 수 있다.

[89] 이때, 상기 정상 프로젝션 데이터(310)와 상기 예측 프로젝션 데이터(320)를 합친 데이터를 상기에서 상술한 통합 프로젝션 데이터라 할 수 있다.

[90] 도 12 내지 도 15는 본 발명의 일 실시 예에 따른 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법을 피지컬 팬텀에 적용하는 결과를 보여주는 도들이다.

[91] 도 12를 참조하면, 도 12에서는 본 발명의 일 실시 예에 따른 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법을 적용하는 피지컬 팬텀(400)과 상기 피지컬

팬텀(400)을 엑스 레이 씨티 촬영 장치로 촬영할 때의 관심 영역(410)을 도식화한 것을 보여 주고 있다.

- [92] 이때, 상기 피지컬 팬텀(400)의 반지름은 1이고, 상기 관심 영역(410)의 반지름은 0.9이다. 그리고 상기 관심 영역(410)의 중심이 상기 피지컬 팬텀(400)의 중심으로부터 0.25만큼 떨어지게 된다면, 상기 피지컬 팬텀(400)의 일부분은 상기 관심 영역(410)에서 벗어나게 된다.
- [93] 상기와 같은 상태에서 종래의 방법으로 촬영하여 프로젝션 데이터를 획득하고 재구성하게 되면 도 13에 도시된 바와 같이 상기 피지컬 팬텀(400)이 상기 관심 영역(410)에서 벗어나는 영역에서 트렁케이션 아티팩트(420)이 발생하게 된다.
- [94] 그러나 본 발명의 일 실시 예에 따른 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법을 적용하게 되면 도 14에 도시된 바와 같이 상기 피지컬 팬텀(400)이 상기 관심 영역(410)에서 벗어난 영역에서 벗어나는 영역에서 트렁케이션 아티팩트가 발생하지 않게 된다.
- [95] 도 15는 상기 도 13 및 도 14에서 도시한 라인(432,434)의 컷뷰(cut view)의 필터링 처리한 후의 결과를 도시한 그래프로써 본 발명의 LSF 기법을 적용하여 예측(prediction)을 하여 예측 프로젝션 데이터를 획득하여 통합 프로젝션 데이터를 획득한 경우와 예측하지 않은 경우를 보여주고 있다.
- [96] 이때, 상기 LSF 기법을 이용하여 정상 프로젝션 데이터로부터 예측 프로젝션 데이터를 예측할 때 그 예측의 길이(이때 길이는 영상의 픽셀 수와 동일하다)가 길 수록 예측 프로젝션 데이터는 보다 정확해질 것이다. 예컨대, 상기 대상물(400)이 상기 관심 영역(410)으로부터 벗어난 영역이 길이가 더 길다면 상기 LSF 기법을 이용하여 예측해야할 예측 프로젝션 데이터는 더 커야 보다 정확한 영상을 획득할 수 있다.
- [97] 그러나 상기 예측량이 많아질수록 상기 예측하는 계산량이 증가하는 단점이 있다. 한편, Shepp-Logan filter의 필터 탭(filter tab) 중, $1 \leq k \leq 100$ 인 구간의 합은 $1 \leq k \leq \infty$ 인 구간의 99.5%이다. 그러므로 상기 예측 프로젝션 데이터를 100 포인트 이상 해준다면 이상적인 경우와 큰 차이가 없다. 따라서, 상기 예측 프로젝션 데이터는 150 포인트 정도로 예측하는 것이 가장 바람직할 것으로 보인다.
- [98] 도 16 내지 도 18는 본 발명의 일 실시 예에 따른 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법을 적용하지 않고 재구성한 경우와 적용한 후 재구성한 경우의 도들을 도시하고 있다.
- [99] 도 16 내지 도 18를 참조하여 설명하면, 도 16는 본 발명의 일 실시 예에 따른 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법을 적용하지 않고 재구성한 경우를 나타내는 도면으로 대상물, 즉 환자의 두부가 상기 관심 영역을 벗어남으로써 관심 영역의 가장자리에 트렁케이션 아티팩트(510)가 발생되어 강조된 것을 보여주고 있는 반면, 도 17는 본 발명의 일 실시 예에 따른 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법을 적용한 후 재구성한 경우를 나타내는 도면으로 대상물, 즉 환자의 두부가 상기 관심 영역을 벗어났음에도 상기 관심 영역의

가장자리에 트렁케이션 아티팩트가 발생되지 않아 관심 영역의 가장자리도 선명한 영상을 획득할 수 있는 것을 보여 주고 있다.

- [100] 도 18는 상기 도 16 및 도 17에 도시된 라인들(522,524)에 따른 컷뷰에서의 필터링 후의 데이터들을 보여주고 있는데, 본 발명의 일 실시 예에 따른 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법을 적용한 경우에는 관심 영역의 가장자리에서 데이터의 변화가 거의 없는 반면, 적용하지 않은 경우, 즉, 트렁케이션 아티팩트가 발생하는 경우에는 관심 영역의 가장자리에서 데이터의 변화가 심하게 나타나는 것을 볼 수 있다.

[101]

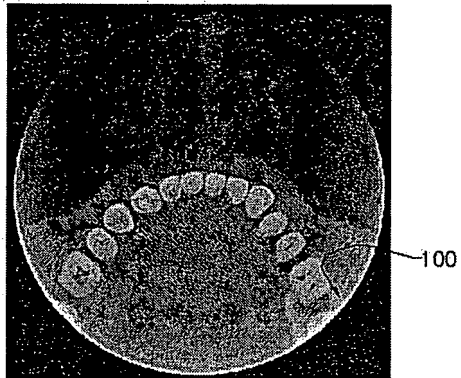
- [102] 따라서, 본 발명의 일 실시 예에 따른 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법은 엑스 레이 씨티 촬영 장치로 대상물을 촬영할 때, 상기 대상물의 일부분이 엑스 레이 씨티 촬영 장치의 관심 영역에서 벗어나는 경우, 상기 관심 영역에서 벗어난 대상물에 의해 관심 영역의 가장자리에서 트렁케이션 아티팩트가 발생하는데 이러한 트렁케이션 아티팩트를 필터링 전에 LSF 기법을 이용하여 보정한 후 재구성함으로써 트렁케이션 아티팩트를 보정한 선명한 영상을 획득할 수 있게 한다.

- [103] 본 발명은 이상에서 살펴본 바와 같이 바람직한 실시 예를 들어 도시하고 설명하였으나, 상기한 실시 예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변경과 수정이 가능할 것이다.

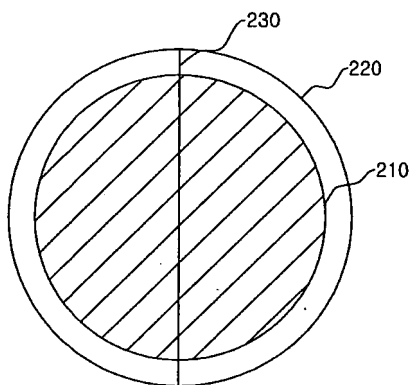
청구범위

- [1] 대상물을 촬영하여 프로젝션 데이터를 획득하는 단계;
 상기 프로젝션 데이터에서 정상 영역과 트렁케이션 영역을 설정하는 단계;
 상기 정상 영역의 정상 프로젝션 데이터로부터 LSF 기법을 이용하여 상기
 트렁케이션 영역의 예측 프로젝션 데이터를 획득하는 단계;
 상기 정상 프로젝션 데이터와 예측 프로젝션 데이터를 연결하여 통합
 프로젝션 데이터를 획득하는 단계; 및
 상기 통합 프로젝션 데이터를 재구성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로
 하는 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법.
- [2] 제 1 항에 있어서,
 상기 LSF 기법은 상기 정상 프로젝션 데이터의 마지막 점을 지나야한다는
 제1조건, 상기 LSF 기법을 이용하여 획득한 예측 프로젝션 데이터는 항상
 양수이어야 한다는 제2조건 및 상기 LSF 기법에 의해 도출된 함수는
 수렴하여야 한다는 제3조건을 모두 만족하는 것을 특징으로 하는
 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법.
- [3] 제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
 상기 LSF 기법에 의해 도출된 함수는 2차 식인 것을 특징으로 하는
 트렁케이션 아티팩트를 보정하는 방법.

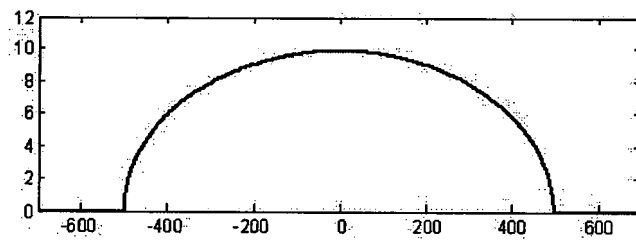
[Fig. 1]



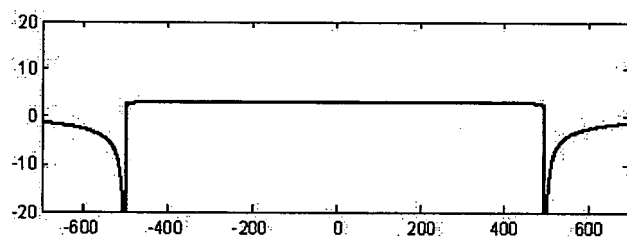
[Fig. 2]



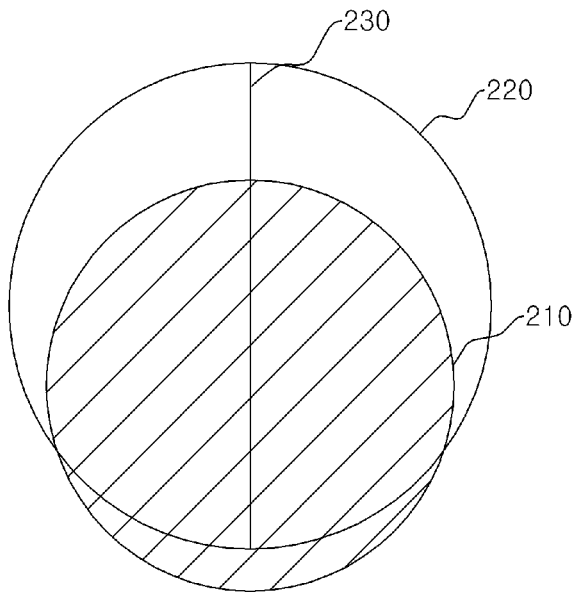
[Fig. 3]



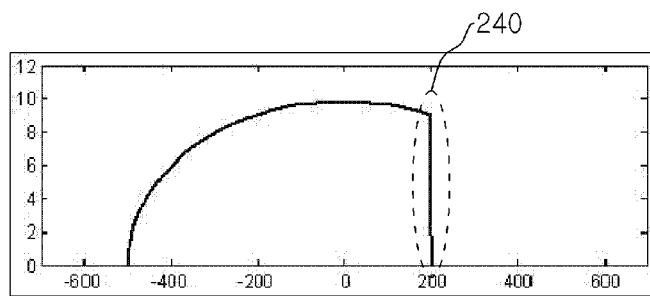
[Fig. 4]



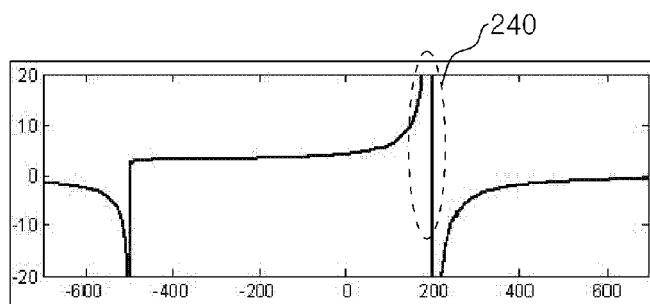
[Fig. 5]



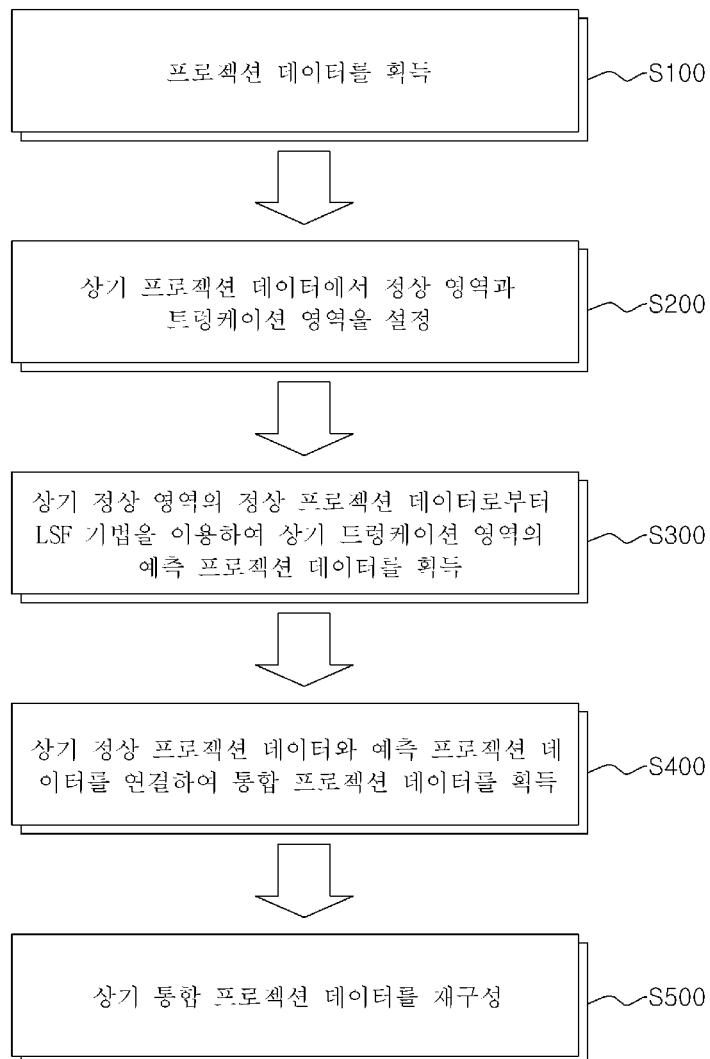
[Fig. 6]



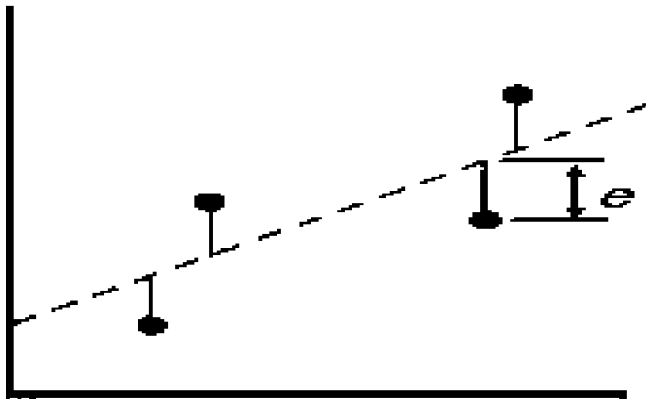
[Fig. 7]



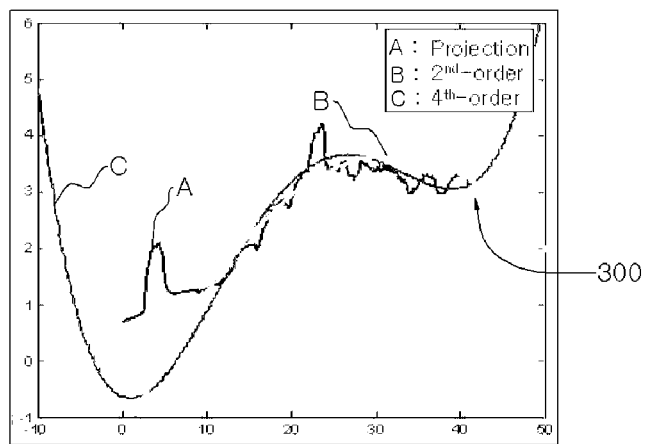
[Fig. 8]



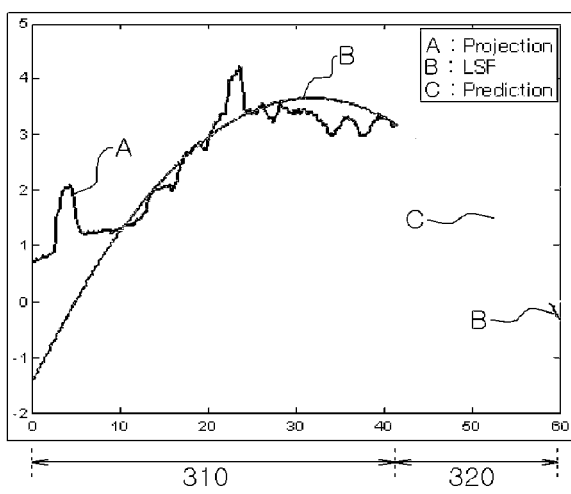
[Fig. 9]



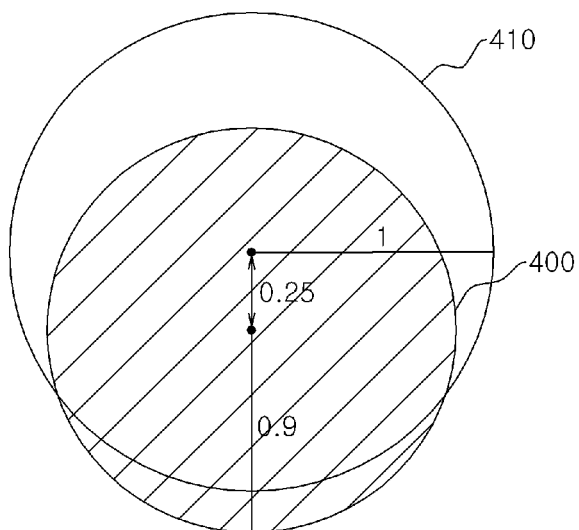
[Fig. 10]



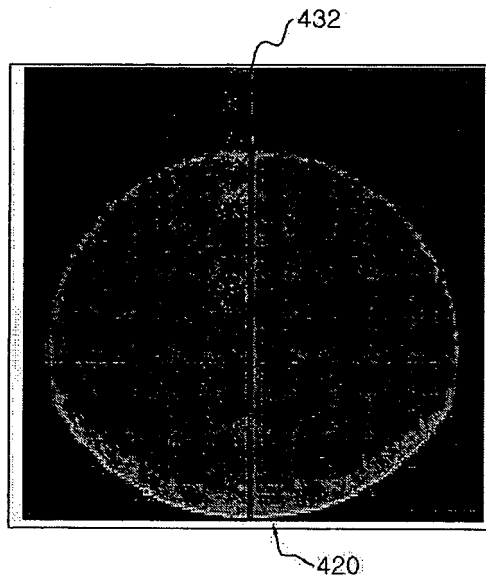
[Fig. 11]



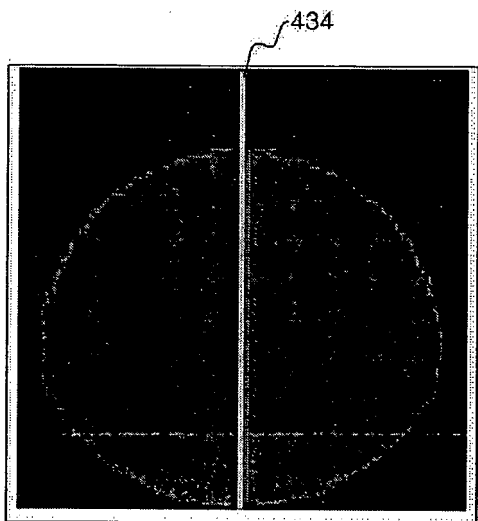
[Fig. 12]



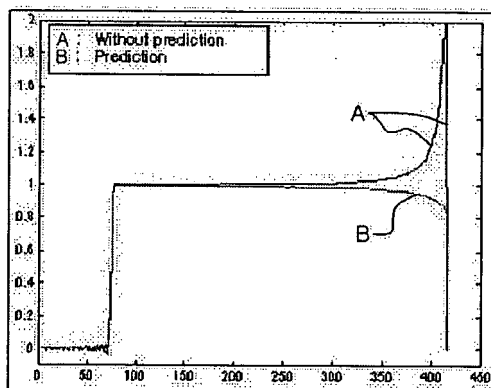
[Fig. 13]



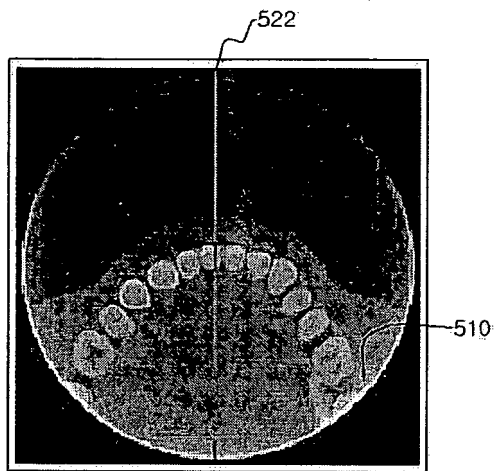
[Fig. 14]



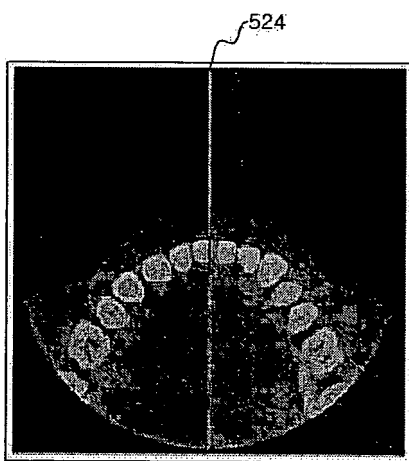
[Fig. 15]



[Fig. 16]



[Fig. 17]



[Fig. 18]

