



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0094566

(43) 공개일자 2007년09월20일

(51) Int. Cl.

G06T 5/00 (2006.01) H04N 7/24 (2006.01)

H04N 7/015 (2006.01) G06T 9/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0026226

(22) 출원일자 2007년03월16일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

JP-P-2006-00073557 2006년03월16일 일본(JP)

(71) 출원인

소니 가부시끼가이샤

일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1

(72) 발명자

콘도 테츠지로

일본국 108-0075 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1 소
니가부시끼가이샤 내

우치다 마사시

일본국 108-0075 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1 소
니가부시끼가이샤 내

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김학수, 문경진

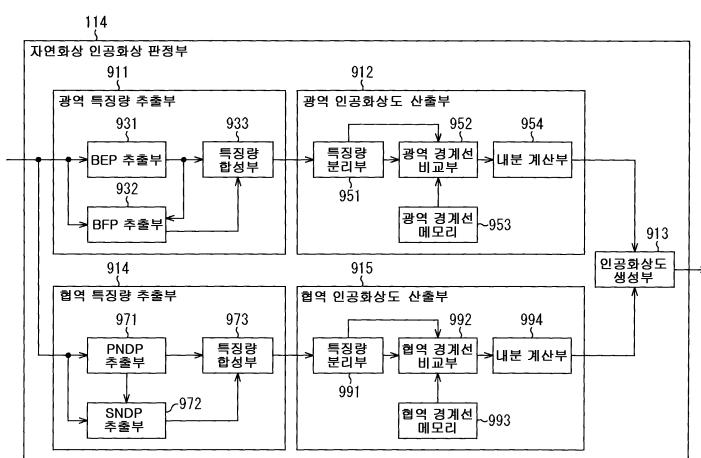
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 화상 처리 장치 및 방법, 프로그램 기록 매체와 프로그램

(57) 요 약

화상을 화소 단위로 인공 화상(人工畫像; artificial image)과 자연 화상(自然畫像: natural image)으로 분류(分類; classify)하는 것을 과제로 한다.

본 발명에서는, 광역(廣域) 특징량 추출부(911)은, 화상으로부터 광역 특징량을 추출한다. 광역 인공화상도(人工畫度; degrees of artificiality) 산출부(912)는, 광역 특징량인 BEP 및 BFP의 2차원 공간에서의 통계적인 분포 범위에 대한, 추출된 광역 특징량의 위치 관계에 의해, 광역 인공화상도를 산출한다. 협역(狹域) 특징량 추출부(914)는, 화상으로부터 협역 특징량으로서 협역 특징량을 추출한다. 협역 인공화상도 산출부(915)는, 협역 특징량인 PNDP 및 SNDP의 2차원 공간에서의 통계적인 분포 범위에 대한, 추출된 협역 특징량의 위치 관계에 의해, 협역 인공화상도를 산출한다. 인공화상도 생성부(913)는, 광역 인공화상도와 협역 인공화상도에 의해 인공화상도를 산출한다. 본 발명은, 화상 변환 장치에 적용할 수가 있다.

대표도 - 도20

(72) 발명자

스가 야스히코

일본국 108-0075 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1 소니
가부시끼가이샤 내

호소카와 켄이치로

일본국 108-0075 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1 소니
가부시끼가이샤 내

특허청구의 범위

청구항 1

제1 화상의 주목(注目; subject) 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수(複數; 여러) 종류의 특징량으로 이루어지는 광역(廣域) 특징량을 추출하는 광역 특징량 추출 수단과,

상기 광역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원(多次元)의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 계조(階調; grayscale level)가 적고 에지(edge)가 뚜렷한 인공적인 화상인 인공 화상(人工畫像; artificial image)의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 광역 특징량 추출 수단에 의해 추출된 광역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도(程度; degree)를 나타내는 광역 인공화상도(人工畫度; degrees of artificiality)를 산출하는 광역 인공화상도 산출 수단과,

상기 제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 협역(狹域) 특징량을 추출하는 협역 특징량 추출 수단과,

상기 협역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 상기 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 협역 특징량 추출 수단에 의해 추출된 협역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 협역 인공화상도를 산출하는 협역 인공화상도 산출 수단과,

상기 광역 인공화상도 및 상기 협역 인공화상도를 합성해서, 상기 주목 화소의 인공화상도를 산출하는 인공화상도 산출 수단

을 포함하는 화상 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 화상으로부터, 상기 인공 화상을 고품질화(高品質化)한 제2 화상을 예측하는 제1 예측 수단과,

상기 제1 화상으로부터, 계조가 많고 에지가 뚜렷하지 않은 화상인 자연 화상(自然畫像; natural image)을 고품질화한 제3 화상을 예측하는 제2 예측 수단과,

상기 제2 화상과 상기 제3 화상을, 상기 인공화상도에 의해 합성하는 합성 수단

을 더 포함하는 화상 처리 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 예측 수단은,

상기 제2 화상의 화소를, 제1 클래스로 분류(分類; classify)하는 제1 클래스 분류 수단과,

복수의 상기 인공 화상을 이용한 학습에 의해 획득된 상기 제1 클래스마다의 제1 예측 계수(係數)를 격납(格納; store; 저장)하는 제1 격납 수단과,

상기 제1 화상과, 상기 제2 화상의 화소의 상기 제1 클래스의 제1 예측 계수를 이용해서 연산함으로써, 상기 제1 화상으로부터 상기 제1 화상보다 고품질인 제2 화상을 구하는 제1 연산 수단을 포함하고,

상기 제2 예측 수단은,

상기 제3 화상의 화소를, 제2 클래스로 분류하는 제2 클래스 분류 수단과,

복수의, 상기 자연 화상을 이용한 학습에 의해 획득된 상기 제2 클래스마다의 제2 예측 계수를 격납하는 제2 격납 수단과,

상기 제1 화상과, 상기 제3 화상의 화소의 상기 제2 클래스의 제2 예측 계수를 이용해서 연산함으로써, 상기 제1 화상으로부터 상기 제3 화상을 구하는 제2 연산 수단을 포함하는

화상 처리 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 광역 인공화상도 산출 수단은,

상기 광역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 계조가 적고 에지가 뚜렷한 인공적인 화상인 인공 화상의 통계적인 분포 범위를 기억(記憶; store)하는 광역 인공화상(人工畫; artificial-image) 분포 범위 기억 수단을 포함하고,

상기 광역 인공화상 분포 범위 기억 수단에 기억되어 있는, 상기 광역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간의 분포 범위에 대한, 상기 광역 특징량 추출 수단에 의해 추출된 광역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 광역 인공화상도를 산출하는

화상 처리 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 협역 인공화상도 산출 수단은,

상기 협역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 상기 인공 화상의 통계적인 분포 범위가 기억되어 있는 협역 인공화상 분포 범위 기억 수단을 포함하고,

상기 협역 인공화상 분포 범위 기억 수단에 기억되어 있는, 상기 협역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간의 분포 범위에 대한, 상기 협역 특징량 추출 수단에 의해 추출된 협역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 협역 인공화상도를 산출하는

화상 처리 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 광역 특징량 추출 수단은,

상기 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 에지의 존재를 표현하는 특징량을 추출하는 에지 특징량 추출 수단과,

상기 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 평탄부(平坦部)의 존재를 표현하는 특징량을 추출하는 평탄부 특징량 추출 수단을 포함하는

화상 처리 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 에지 특징량 추출 수단은, 상기 에지의 존재를 표현하는 특징량으로서, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소와 상기 주목 화소와의 화소값(畫素值)의 차분값(差分值)을 이용해서, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소의 차분 다이나믹 레인지(dynamic range)를 추출하는

화상 처리 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 에지 특징량 추출 수단은, 상기 주목 화소와 상기 소정의 영역에 존재하는 화소와의 차분값에, 상기 주목

화소와 상기 소정의 영역에 존재하는 화소와의 거리에 따른 무게(重; weight)를 부가(付; apply)한 값을 이용해서, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소의 차분 다이나믹 레인지를 추출하는
화상 처리 장치.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 에지 특징량 추출 수단은, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소의 인접(隣接; adjacent) 화소간의 화소값의 차분 절대값(絕對值)의 상위의 소정의 순위(順位; order)의 값을, 상기 에지의 존재를 표현하는 특징량으로서 추출하는

화상 처리 장치.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 에지 특징량 추출 수단은, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소 중, 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값의 상위의 제1 순위 내지 제2 순위에 속하는 평균값(平均值), 또는 무게 계수를 부가한 값의 총합(總和; sum)을, 상기 에지의 존재를 표현하는 특징량으로서 추출하는

화상 처리 장치.

청구항 11

제6항에 있어서,

상기 평탄부 특징량 추출 수단은, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소 중, 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값이 소정의 임계값(threshold)보다도 작은 값으로 되는 갯수(個數)를, 상기 평탄부의 존재를 표현하는 특징량으로서 추출하는

화상 처리 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 소정의 임계값은, 상기 에지의 존재를 표현하는 특징량에 의거해서 설정되는

화상 처리 장치.

청구항 13

제6항에 있어서,

상기 평탄부 특징량 추출 수단은, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소 중, 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값을 소정의 함수(關數; function)로 변환한 것의 총합을, 상기 평탄부의 존재를 표현하는 특징량으로서 추출하는
화상 처리 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 평탄부 특징량 추출 수단은, 상기 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값을 소정의 함수로 변환한 것에, 상기 주목 화소로부터 상기 소정의 영역에 존재하는 화소까지의 거리에 따른 무게를 부가한 것의 총합을 상기 평탄부의 존재를 표현하는 특징량으로서 추출하는

화상 처리 장치.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 소정의 함수는, 상기 에지의 존재를 표현하는 특징량에 대응한 함수인
화상 처리 장치.

청구항 16

제6항에 있어서,

상기 평탄부 특징량 추출 수단은, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소의 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값의
하위의 소정의 순위의 값을, 상기 평탄부의 존재를 표현하는 특징량으로서 추출하는
화상 처리 장치.

청구항 17

제6항에 있어서,

상기 평탄부 특징량 추출 수단은, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소 중, 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값
의 하위의 제1 순위 내지 제2 순위에 속하는 평균값, 또는 무게 계수를 부가한 값의 총합을, 상기 평탄부의 존
재를 표현하는 특징량으로서 추출하는

화상 처리 장치.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 협역 특징량 추출 수단은, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 세선(細線; thin line), 에지,
점(点), 에지 부근의 평탄부, 또는 그라데이션(gradation)을 표현하는 2종류(種類)의 특징량으로 이루어지는 협
역 특징량을 추출하는

화상 처리 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 협역 특징량 추출 수단은,

상기 소정의 영역에 포함(包含)되는 제1 영역에 존재하는 화소의 화소값의 최대값(最大值)으로부터 최소값(最
小值)을 뺀(引; subtract) 화소값 다이나믹 레인지(레이저)를 상기 협역 특징량의 제1 특징량으로서 추출하는 제1 협역
특징량 추출 수단과,

상기 제1 영역에 포함되고, 또한 상기 주목 화소를 포함하는 제2 영역의 화소의 화소값의 최대값으로부터 최
소값을 뺀 화소값 다이나믹 레인지(레이저)를 상기 협역 특징량의 제2 특징량으로서 추출하는 제2 협역 특징량 추출 수
단을 포함하는

화상 처리 장치.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 제2 협역 특징량 추출 수단은, 복수의 상기 제2 영역으로부터, 각각 화소값 다이나믹 레인지(레이저)를 추출하는
경우, 상기 화소값 다이나믹 레인지가 최소로 되는 것을 상기 제2 특징량으로서 추출하는

화상 처리 장치.

청구항 21

제19항에 있어서,

상기 제1 협역 특징량 추출 수단은, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소의 화소값의 화소값 다이나믹 레인지(레이저)를

상기 협역 특징량의 제1 특징량으로서 추출하고,

상기 제2 협역 특징량 추출 수단은, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소와, 상기 주목 화소와의 차분 절대값을 소정의 함수로 처리하고, 또 무게를 부가한 값을 가산(加算; add)한 값을 적산(積算; accumulate)한 값을 상기 협역 특징량의 제2 특징량으로서 추출하는

화상 처리 장치.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 주목 화소로부터 상기 제1 영역에 존재하는 화소까지의 경로 상(經路上)에 존재하는 모든 화소의 인접 화소간의 차분 절대값의 총합에 따른 값으로 이루어지는 상기 무게를 계산하는 무게 계산 수단을 포함하는

화상 처리 장치.

청구항 23

제21항에 있어서,

상기 소정의 함수는, 상기 제1 특징량에 대응한 함수인

화상 처리 장치.

청구항 24

제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 광역 특징량을 추출하는 광역 특징량 추출 스텝과,

상기 광역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 계조가 적고 에지가 뚜렷한 인공적인 화상인 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 광역 특징량 추출 스텝의 처리에 의해 추출된 광역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 광역 인공화상도를 산출하는 광역 인공화상도 산출 스텝과,

상기 제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 협역 특징량을 추출하는 협역 특징량 추출 스텝과,

상기 협역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 상기 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 협역 특징량 추출 스텝의 처리에 의해 추출된 협역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 협역 인공화상도를 산출하는 협역 인공화상도 산출 스텝과,

상기 광역 인공화상도 및 상기 협역 인공화상도를 합성해서, 상기 주목 화소의 인공화상도를 산출하는 인공화상도 산출 스텝

을 포함하는 화상 처리 방법.

청구항 25

제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 광역 특징량을 추출하는 광역 특징량 추출 스텝과,

상기 광역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 계조가 적고 에지가 뚜렷한 인공적인 화상인 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 광역 특징량 추출 스텝의 처리에 의해 추출된 광역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 광역 인공화상도를 산출하는 광역 인공화상도 산출 스텝과,

상기 제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 협역 특징량을 추출하는 협역 특징량 추출 스텝과,

상기 협역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 상기 인

공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 협역 특징량 추출 스텝의 처리에 의해 추출된 협역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 협역 인공화상도를 산출하는 협역 인공화상도 산출 스텝과,

상기 광역 인공화상도 및 상기 협역 인공화상도를 합성해서, 상기 주목 화소의 인공화상도를 산출하는 인공화상도 산출 스텝

을 포함하는 컴퓨터가 판독가능(讀取可能; readable)한 프로그램이 기록되어 있는 프로그램 기록 매체.

청구항 26

제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 광역 특징량을 추출하는 광역 특징량 추출 스텝과,

상기 광역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 계조가 적고 에지가 뚜렷한 인공적인 화상인 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 광역 특징량 추출 스텝의 처리에 의해 추출된 광역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 협역 인공화상도를 산출하는 광역 인공화상도 산출 스텝과,

상기 제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 협역 특징량을 추출하는 협역 특징량 추출 스텝과,

상기 협역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 상기 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 협역 특징량 추출 스텝의 처리에 의해 추출된 협역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 협역 인공화상도를 산출하는 협역 인공화상도 산출 스텝과,

상기 광역 인공화상도 및 상기 협역 인공화상도를 합성해서, 상기 주목 화소의 인공화상도를 산출하는 인공화상도 산출 스텝

을 포함하는 처리를 컴퓨터에 실행시키는 프로그램.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<58> 본 발명은, 화상 처리 장치 및 방법, 프로그램 기록 매체와 프로그램에 관한 것으로서, 특히, 화상에 포함되는 인공 화상(人工畫像; artificial image)과 자연 화상(自然畫像; natural image)을 구별하고, 각각의 화상에 최적한 수법(手法)으로 화상의 품질을 적확(的確; accurate)하게 높일 수 있도록 하는 화상 처리 장치 및 방법, 프로그램 기록 매체와 프로그램에 관한 것이다.

<59> 본 출원인은, 클래스 분류 적응 처리(分類適應處理; classification adaptation processing)를 앞서(先) 제안하고 있다(예를 들면, 특히 문헌 1 참조). 클래스 분류 적응 처리는, 입력된 제1 화상의 소정 영역의 복수(複數; 여러개의) 화소의 화소값(畫素值)에 따라서, 그 제1 화상에 의해 구해지는 제2 화상의 화소인 주목(注目; subject) 화소를, 클래스로 분류하고, 그 클래스에 대응하는, 학습 처리에 의해 클래스마다 미리 구해 둔 예측 계수(係數)와, 제1 화상의 소정 영역의 복수 화소의 화소값과의 선형 1차식(線形1次式)을 연산하는 것에 의해, 입력된 제1 화상으로부터 제2 화상을 구하는 처리이다.

<60> 예를 들면, 제1 화상이 노이즈를 포함하는 화상이고, 제2 화상이 노이즈가 저감된 화상이면, 이 클래스 분류 적응 처리는, 노이즈 제거 처리로서 기능(機能)하며, 또 제1 화상이 SD(Standard Definition) 화상이고, 제2 화상이 SD 화상보다 고해상도(高解像度)인 HD(High Definition) 화상이면, 이 클래스 분류 적응 처리는, 저해상도(低解像度)의 화상을 고해상도의 화상으로 변환하는 해상도 변환 처리로서 기능한다.

<61> 또, 종래의 학습 처리에서는, 방송을 주체로 한 일반적인 동화상(動畫像; moving image)의 예측을 가능하게 하기 위해서, 교사(教師) 화상과 학생(生徒) 화상으로서, 후술하는 인공 화상이 아닌, 자연계(自然界)에 존재하는

것을 그대로 활용하는 것에 의해 얻어지는 화상인 자연 화상이 이용되고 있다. 따라서, 제1 화상이 자연 화상인 경우, 학습 처리에 의해 구해진 예측 계수를 이용해서 클래스 분류 적응 처리를 행하는 것에 의해, 제1 화상으로부터, 고정세(高精細; high-definition)이고 깨끗한(綺麗; fine) 제2 화상을 예측할 수가 있다.

<62> [특허 문헌 1] 일본 특개평(特開平) 제9-167240호 공보

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<63> 그런데, 제1 화상은, 일반적으로 상술한 인공 화상으로서의 요소(要素)를 포함하는 영역과, 자연 화상으로서의 요소를 포함하는 영역이 섞(混)인 화상인 경우가 많다. 따라서, 제1 화상에서의 자연 화상으로서의 요소를 포함하는 영역에 대해서, 상술한 학습 처리에 의해 구해진 예측 계수를 이용해서 클래스 분류 적응 처리를 행하는 것에 의해, 고정세이고 깨끗한 제2 화상을 예측하는 것이 가능하다.

<64> 그렇지만, 제1 화상에서의 문자(文字)나 단순 도형(圖形) 등의 인공 화상으로서의 요소를 포함하는 영역에 대해서, 자연 화상을 이용한 학습 처리에서 구해진 예측 계수를 이용해서 클래스 분류 적응 처리를 행하면, 원래(元元) 에지(edge)가 충분히 치솟아(立; enhanced) 있는 개소(箇所; portion)의 정세감(精細感; fineness)이 더욱 더 강조되거나, 평탄(平坦)한 노이즈가 올바른(正; correct) 과정으로 인식되어, 그 노이즈의 정세감이 강조되어 버린다. 그 결과, 화상의 일부에서, 링잉(ringing)이 발생하거나, 노이즈가 강조된다.

<65> 여기서, 인공 화상이라 함은, 문자나 단순한 도형 등의, 계조(階調; grayscale level)가 적고, 에지의 위치를 나타내는 위상 정보가 뚜렷한(분명한; distinct), 즉 평탄 부분이 많은 인공적인 화상이다. 환언(換言; 바꾸어 말함)하면, 인공 화상은, 문자나 단순 도형 등의 계조가 그다지 없고, 윤곽(輪郭) 등의 위치를 나타내는 정보가 지배적으로 되어 있는 화상이다.

<66> 본 발명은, 이와 같은 상황을 감안해서 이루어지 것이며, 화상에서의 자연 화상으로서의 요소를 포함하는 영역과 인공 화상으로서의 요소를 포함하는 영역을 구별해서, 각각의 영역에 대해서 최적한 처리를 행하는 것에 의해, 화상 전체의 품질을 적확하게 높일 수 있도록 하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

<67> 본 발명의 1측면(側面; embodiment)의 화상 처리 장치는, 제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 광역(廣域; broad-range) 특징량을 추출하는 광역 특징량 추출 수단과, 상기 광역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원(多次元)의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 계조가 적고 에지가 뚜렷한 인공적인 화상인 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 광역 특징량 추출 수단에 의해 추출된 광역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도(程度; degree)를 나타내는 광역 인공화상도(人工畫度; degrees of artificiality)를 산출하는 광역 인공화상도 산출 수단과, 상기 제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 협역(狹域; narrow-range) 특징량을 추출하는 협역 특징량 추출 수단과, 상기 협역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 상기 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 협역 특징량 추출 수단에 의해 추출된 협역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 협역 인공화상도를 산출하는 협역 인공화상도 산출 수단과, 상기 광역 인공화상도 및 상기 협역 인공화상도를 합성해서, 상기 주목 화소의 인공화상도를 산출하는 인공화상도 산출 수단을 포함한다.

<68> 상기 제1 화상으로부터, 상기 인공 화상을 고품질화(高品質化)한 제2 화상을 예측하는 제1 예측 수단과, 상기 제1 화상으로부터, 계조가 많고 에지가 뚜렷하지 않은(분명하지 않은; indistinct) 화상인 자연 화상을 고품질화한 제3 화상을 예측하는 제2 예측 수단과, 상기 제2 화상과 상기 제3 화상을, 상기 인공화상도에 의해 합성하는 합성 수단을 더 포함하게 하도록 할 수가 있다.

<69> 상기 제1 예측 수단에는, 상기 제2 화상의 화소를, 제1 클래스로 분류하는 제1 클래스 분류 수단과, 복수의 상기 인공 화상을 이용한 학습에 의해 획득된 상기 제1 클래스마다의 제1 예측 계수를 격납(格納; store; 저장)하는 제1 격납 수단과, 상기 제1 화상과, 상기 제2 화상의 화소의 상기 제1 클래스의 제1 예측 계수를 이용해서 연산함으로써, 상기 제1 화상으로부터 상기 제1 화상보다 고품질인 제2 화상을 구하는 제1 연산 수단을 포함하게 하도록 할 수 있으며, 상기 제2 예측 수단에는, 상기 제3 화상의 화소를, 제2 클래스로 분류하는 제2 클래스 분류 수단과, 복수의, 상기 자연 화상을 이용한 학습에 의해 획득된 상기 제2 클래스마다의 제2 예측 계수를 격납하는 제2 격납 수단과, 상기 제1 화상과, 상기 제3 화상의 화소의 상기 제2 클래스의 제2 예측 계수를 이용해

서 연산함으로써, 상기 제1 화상으로부터 상기 제3 화상을 구하는 제2 연산 수단을 포함하게 하도록 할 수가 있다.

- <70> 상기 광역 인공화상도 산출 수단에는, 상기 광역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 계조가 적고 에지가 뚜렷한 인공적인 화상인 인공 화상의 통계적인 분포 범위를 기억(記憶; store)하는 광역 인공화상 분포 범위 기억 수단을 포함하게 하도록 할 수 있으며, 상기 광역 인공화상 분포 범위 기억 수단에 기억되어 있는, 상기 광역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간의 분포 범위에 대한, 상기 광역 특징량 추출 수단에 의해 추출된 광역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 광역 인공화상도를 산출시키도록 할 수가 있다.
- <71> 상기 협역 인공화상도 산출 수단에는, 상기 협역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 상기 인공 화상의 통계적인 분포 범위가 기억되어 있는 협역 인공화상 분포 범위 기억 수단을 포함하고, 상기 협역 인공화상 분포 범위 기억 수단에 기억되어 있는, 상기 협역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간의 분포 범위에 대한, 상기 협역 특징량 추출 수단에 의해 추출된 협역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 협역 인공화상도를 산출시키도록 할 수가 있다.
- <72> 상기 광역 특징량 추출 수단에는, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 에지의 존재를 표현하는 특징량을 추출하는 에지 특징량 추출 수단과, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 평탄부의 존재를 표현하는 특징량을 추출하는 평탄부 특징량 추출 수단을 포함하게 하도록 할 수가 있다.
- <73> 상기 에지 특징량 추출 수단에는, 상기 에지의 존재를 표현하는 특징량으로서, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소와 주목 화소와의 화소값의 차분값(差分值)을 이용해서, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소의 차분 다이나믹 레인지(dynamic range)를 추출시키도록 할 수가 있다.
- <74> 상기 에지 특징량 추출 수단에는, 상기 주목 화소와 상기 소정의 영역에 존재하는 화소와의 차분값에, 상기 주목 화소와 상기 소정의 영역에 존재하는 화소와의 거리에 따른 무게(重; weight)를 부가(付; apply)한 값을 이용해서, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소의 차분 다이나믹 레인지지를 추출시키도록 할 수가 있다.
- <75> 상기 에지 특징량 추출 수단에는, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소의 인접(隣接; adjacent) 화소간의 화소값의 차분 절대값(絕對值)의 상위의 소정의 순위(順位; order)의 값을, 상기 에지의 존재를 표현하는 특징량으로서 추출시키도록 할 수가 있다.
- <76> 상기 에지 특징량 추출 수단에는, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소 중, 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값의 상위의 제1 순위 내지 제2 순위에 속하는 평균값, 또는 무게 계수를 부가한 값의 총합(總和; sum)을, 상기 에지의 존재를 표현하는 특징량으로서 추출시키도록 할 수가 있다.
- <77> 상기 평탄부 특징량 추출 수단에는, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소 중, 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값이 소정의 임계값(threshold)보다도 작은 값으로 되는 갯수(個數)를, 상기 평탄부의 존재를 표현하는 특징량으로서 추출시키도록 할 수가 있다.
- <78> 상기 소정의 임계값은, 상기 에지의 존재를 표현하는 특징량에 의거해서 설정되도록 할 수가 있다.
- <79> 상기 평탄부 특징량 추출 수단에는, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소 중, 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값을 소정의 함수(關數; function)로 변환한 것의 총합을, 상기 평탄부의 존재를 표현하는 특징량으로서 추출시키도록 할 수가 있다.
- <80> 상기 평탄부 특징량 추출 수단에는, 상기 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값을 소정의 함수로 변환한 것에, 상기 주목 화소로부터 상기 소정의 영역에 존재하는 화소까지의 거리에 따른 무게를 부가한 것의 총합을 상기 평탄부의 존재를 표현하는 특징량으로서 추출시키도록 할 수가 있다.
- <81> 상기 소정의 함수는, 상기 에지의 존재를 표현하는 특징량에 대응한 함수로 할 수가 있다.
- <82> 상기 평탄부 특징량 추출 수단에는, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소의 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값의 하위의 소정의 순위의 값을, 상기 평탄부의 존재를 표현하는 특징량으로서 추출시키도록 할 수가 있다.
- <83> 상기 평탄부 특징량 추출 수단에는, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소 중, 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값의 하위의 제1 순위 내지 제2 순위에 속하는 평균값, 또는 무게 계수를 부가한 값의 총합을, 상기 평탄부의

존재를 표현하는 특징량으로서 추출시키도록 할 수가 있다.

- <84> 상기 협역 특징량 추출 수단에는, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 세선(細線; thin line), 에지, 점(点), 에지 부근의 평탄부, 또는 그라데이션(gradation)을 표현하는 2종류(種類)의 특징량으로 이루어지는 협역 특징량을 추출시키도록 할 수가 있다.
- <85> 상기 협역 특징량 추출 수단에는, 상기 소정의 영역에 포함되는 제1 영역에 존재하는 화소의 화소값의 최대값(最大值)으로부터 최소값(最小值)을 뺀(引; subtract) 화소값 다이나믹 레인지를 상기 협역 특징량의 제1 특징량으로서 추출하는 제1 다이나믹 레인지 특징량 추출 수단과, 상기 제1 영역에 포함(包含)되고, 또한 상기 주목 화소를 포함하는 제2 영역의 화소의 화소값의 최대값으로부터 최소값을 뺀 화소값 다이나믹 레인지를 상기 협역 특징량의 제2 특징량으로서 추출하는 제2 협역 특징량 추출 수단을 포함하게 하도록 할 수가 있다.
- <86> 상기 제2 협역 특징량 추출 수단에는, 복수의 상기 제2 영역으로부터, 각각 화소값 다이나믹 레인지를 추출하는 경우, 상기 화소값 다이나믹 레인지가 최소로 되는 것을 상기 제2 특징량으로서 추출시키도록 할 수가 있다.
- <87> 상기 제1 협역 특징량 추출 수단에는, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소의 화소값 다이나믹 레인지를 상기 협역 특징량의 제1 특징량으로서 추출하고, 상기 제2 협역 특징량 추출 수단은, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소와, 상기 주목 화소와의 차분 절대값을 소정의 함수로 처리하고, 또 무게를 부가한 값을 가산(加算; add)한 값을 적산(積算; accumulate)한 값을 상기 협역 특징량의 제2 특징량으로서 추출시키도록 할 수가 있다.
- <88> 상기 주목 화소로부터 상기 제1 영역에 존재하는 화소까지의 경로 상(經路上)에 존재하는 모든 화소의 인접 화소간의 차분 절대값의 총합에 따른 값을으로 이루어지는 상기 무게를 계산하는 무게 계산 수단을 포함하게 하도록 할 수가 있다.
- <89> 상기 소정의 함수는, 상기 제1 특징량에 대응한 함수로 할 수가 있다.
- <90> 본 발명의 1측면의 화상 처리 방법은, 제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 광역 특징량을 추출하는 광역 특징량 추출 스텝과, 상기 광역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 계조가 적고 에지가 뚜렷한 인공적인 화상인 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 광역 특징량 추출 스텝의 처리에 의해 추출된 광역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 광역 인공화상도를 산출하는 광역 인공화상도 산출 스텝과, 상기 제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 협역 특징량을 추출하는 협역 특징량 추출 스텝과, 상기 협역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 상기 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 협역 특징량 추출 스텝의 처리에 의해 추출된 협역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 협역 인공화상도를 산출하는 협역 인공화상도 산출하는 스텝과, 상기 광역 인공화상도 및 상기 협역 인공화상도를 합성해서, 상기 주목 화소의 인공화상도를 산출하는 인공화상도 산출 스텝을 포함한다.
- <91> 본 발명의 1측면의 프로그램 기록 매체의 프로그램은, 제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 광역 특징량을 추출하는 광역 특징량 추출 스텝과, 상기 광역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 계조가 적고 에지가 뚜렷한 인공적인 화상인 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 광역 특징량 추출 스텝의 처리에 추출된 광역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 광역 인공화상도를 산출하는 광역 인공화상도 산출 스텝과, 상기 제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 협역 특징량을 추출하는 협역 특징량 추출 스텝과, 상기 협역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 상기 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 협역 특징량 추출 스텝의 처리에 의해 추출된 협역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 협역 인공화상도를 산출하는 협역 인공화상도 산출 스텝과, 상기 광역 인공화상도 및 상기 협역 인공화상도를 합성해서, 상기 주목 화소의 인공화상도를 산출하는 인공화상도 산출 스텝을 포함한다.
- <92> 본 발명의 제1 측면의 프로그램은, 제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 광역 특징량을 추출하는 광역 특징량 추출 스텝과, 상기 광역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 계조가 적고 에지가 뚜렷한 인공적인

화상인 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 광역 특징량 추출 스텝의 처리에 의해 추출된 광역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 광역 인공화상도를 산출하는 광역 인공화상도 산출 스텝과, 상기 제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 협역 특징량을 추출하는 협역 특징량 추출 스텝과, 상기 협역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 상기 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 협역 특징량 추출 스텝의 처리에 의해 추출된 협역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 협역 인공화상도를 산출하는 협역 인공화상도 산출 스텝과, 상기 광역 인공화상도 및 상기 협역 인공화상도를 합성해서, 상기 주목 화소의 인공화상도를 산출하는 인공화상도 산출 스텝을 포함하는 처리를 컴퓨터에 실행시킨다.

<93> 본 발명의 1측면의 화상 처리 장치 및 방법과 프로그램에서는, 제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 광역 특징량이 추출되고, 상기 광역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 계조가 적고 에지가 뚜렷한 인공적인 화상인 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 추출된 광역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 광역 인공화상도가 산출되고, 상기 제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 협역 특징량이 추출되고, 상기 협역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 상기 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 추출된 협역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 협역 인공화상도가 산출되고, 상기 광역 인공화상도 및 상기 협역 인공화상도가 합성되어, 상기 주목 화소의 인공화상도가 산출된다.

<94> 본 발명의 화상 처리 장치는, 독립된(독립적인) 장치이더라도 좋고, 화상 처리를 행하는 블록이더라도 좋다.

<95> [발명을 실시하기 위한 최량의 형태]

<96> 이하에 본 발명의 실시형태를 설명하겠지만, 본 명세서에 기재된 발명과, 발명의 실시형태와의 대응 관계를 예시하면, 다음과 같이 된다. 이 기재는, 본 명세서에 기재되어 있는 발명을 서포트하는 실시형태가 본 명세서에 기재되어 있는 것을 확인하기 위한 것이다. 따라서, 발명의 실시형태 중에는 기재되어 있지만, 발명에 대응하는 것으로서 여기에는 기재되어 있지 않은 실시형태가 있었다고 해도, 그것은, 그 실시형태가, 그 발명에 대응하는 것이 아닌 것을 의미하는 것은 아니다. 역(逆)으로, 실시형태가 발명에 대응하는 것으로서 여기에 기재되어 있었다고 해도, 그것은, 그 실시형태가, 그 발명 이외의 발명에는 대응하지 않는 것인 것을 의미하는 것도 아니다.

<97> 또, 이 기재는, 본 명세서에 기재되어 있는 발명 모두를 의미하는 것은 아니다. 환언하면, 이 기재는, 본 명세서에 기재되어 있는 발명으로서, 이 출원에서는 청구되어 있지 않은 발명의 존재, 즉 장래(將來)에 분할 출원되거나 보정에 의해 출현(出現), 추가되는 발명의 존재를 부정하는 것은 아니다.

<98> 즉, 본 발명의 1측면의 화상 처리 장치는, 제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 광역 특징량을 추출하는 광역 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 20의 광역 특징량 추출부(911))과, 상기 광역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 계조가 적고 에지가 뚜렷한 인공적인 화상인 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 광역 특징량 추출 수단에 의해 추출된 광역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 광역 인공화상도를 산출하는 광역 인공화상도 산출 수단(예를 들면, 도 20의 광역 인공화상도 산출부(912))과, 상기 제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 협역 특징량을 추출하는 협역 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 20의 협역 특징량 추출부(914))과, 상기 협역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 상기 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 협역 특징량 추출 수단에 의해 추출된 협역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 협역 인공화상도를 산출하는 협역 인공화상도 산출 수단(예를 들면, 도 20의 협역 인공화상도 산출부(915))과, 상기 광역 인공화상도 및 상기 협역 인공화상도를 합성해서, 상기 주목 화소의 인공화상도를 산출하는 인공화상도 산출 수단(예를 들면, 도 20의 인공화상도 생성부(913))을 포함한다.

<99> 상기 제1 화상으로부터, 상기 인공 화상을 고품질화한 제2 화상을 예측하는 제1 예측 수단(예를 들면, 도 1의 인공화상 예측부(132))과, 상기 제1 화상으로부터, 계조가 많고 에지가 뚜렷하지 않은 화상인 자연 화상을 고품

질화한 제3 화상을 예측하는 제2 예측 수단(예를 들면, 도 1의 자연화상 예측부(131))과, 상기 제2 화상과 상기 제3 화상을, 상기 인공화상도에 의해 합성하는 합성 수단(예를 들면, 도 1의 합성부(133))을 더 포함하게 하도록 할 수가 있다.

- <100> 상기 제1 예측 수단에는, 상기 제2 화상의 화소를, 제1 클래스로 분류하는 제1 클래스 분류 수단(예를 들면, 도 10의 클래스 분류부(651))과, 복수의 상기 인공 화상을 이용한 학습에 의해 획득된 상기 제1 클래스마다의 제1 예측 계수를 격납하는 제1 격납 수단(예를 들면, 도 10의 예측 계수 메모리(654))과, 상기 제1 화상과, 상기 제2 화상의 화소의 상기 제1 클래스의 제1 예측 계수를 이용해서 연산함으로써, 상기 제1 화상으로부터 상기 제1 화상보다 고품질인 제2 화상을 구하는 제1 연산 수단(예를 들면, 도 10의 예측부(655))을 포함하게 하도록 할 수 있으며, 상기 제2 예측 수단에는, 상기 제3 화상의 화소를, 제2 클래스로 분류하는 제2 클래스 분류 수단(예를 들면, 도 3의 클래스 템 추출부(551), ADRC 처리부(552))과, 복수의, 상기 자연 화상을 이용한 학습에 의해 획득된 상기 제2 클래스마다의 제2 예측 계수를 격납하는 제2 격납 수단(예를 들면, 도 3의 예측 계수 메모리(555))과, 상기 제1 화상과, 상기 제3 화상의 화소의 상기 제2 클래스의 제2 예측 계수를 이용해서 연산함으로써, 상기 제1 화상으로부터 상기 제3 화상을 구하는 제2 연산 수단(예를 들면, 도 3의 예측 연산부(557))을 포함하게 하도록 할 수가 있다.
- <101> 상기 광역 인공화상도 산출 수단(예를 들면, 도 20의 광역 인공화상도 산출부(912))에는, 상기 광역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 계조가 적고 에지가 뚜렷한 인공적인 화상인 인공 화상의 통계적인 분포 범위를 기억하는 광역 인공화상 분포 범위 기억 수단(예를 들면, 도 20의 광역 경계선(境界線) 메모리(953))을 포함하게 하도록 할 수 있으며, 상기 광역 인공화상 분포 범위 기억 수단에 기억되어 있는, 상기 광역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간의 분포 범위에 대한, 상기 광역 특징량 추출 수단에 의해 추출된 광역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 광역 인공화상도를 산출시키도록 할 수가 있다.
- <102> 상기 협역 인공화상도 산출 수단(예를 들면, 도 20의 협역 인공화상도 산출부(915))에는, 상기 협역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 상기 인공 화상의 통계적인 분포 범위가 기억되어 있는 협역 인공화상 분포 범위 기억 수단(예를 들면, 도 20의 협역 경계선 메모리(993))을 포함하고, 상기 협역 인공화상 분포 범위 기억 수단에 기억되어 있는, 상기 협역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간의 분포 범위에 대한, 상기 협역 특징량 추출 수단에 의해 추출된 협역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 협역 인공화상도를 산출시키도록 할 수가 있다.
- <103> 상기 광역 특징량 추출 수단에는, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 에지의 존재를 표현하는 특징량을 추출하는 에지 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 20의 BEP 추출부(931))과, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 평탄부의 존재를 표현하는 특징량을 추출하는 평탄부 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 20의 BFP 추출부(932))을 포함하게 하도록 할 수가 있다.
- <104> 상기 에지 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 21의 BEP 추출부(931))에는, 상기 에지의 존재를 표현하는 특징량으로서, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소와 주목 화소와의 화소값의 차분값을 이용해서, 소정의 영역에 존재하는 화소의 차분 다이나믹 레인지를 추출시키도록 할 수가 있다.
- <105> 상기 에지 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 21의 BEP 추출부(931))에는, 상기 주목 화소와 상기 소정의 영역에 존재하는 화소와의 차분값에, 상기 주목 화소와 상기 소정의 영역에 존재 화소와의 거리에 따른 무게를 부가한 값을 이용해서, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소의 차분 다이나믹 레인지를 추출시키도록 할 수가 있다.
- <106> 상기 에지 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 39의 BEP 추출부(931))에는, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소의 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값의 상위의 소정의 순위의 값을, 상기 에지의 존재를 표현하는 특징량으로서 추출시키도록 할 수가 있다.
- <107> 상기 에지 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 39의 BEP 추출부(931))에는, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소 중, 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값의 상위의 제1 순위 내지 제2 순위에 속하는 평균값, 또는 무게 계수를 부가한 값의 총합을, 상기 에지의 존재를 표현하는 특징량으로서 추출시키도록 할 수가 있다.
- <108> 상기 평탄부 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 22의 BFP 추출부(932))에는, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소 중, 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값이 소정의 임계값보다도 작은 값으로 되는 갯수를, 상기 평탄부의 존재를 표현하는 특징량으로서 추출시키도록 할 수가 있다.

- <109> 상기 평탄부 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 22의 BFP 추출부(932))에는, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소 중, 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값을 소정의 함수로 변환한 것의 총합을, 상기 평탄부의 존재를 표현하는 특징량으로서 추출시키도록 할 수가 있다.
- <110> 상기 평탄부 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 22의 BFP 추출부(932))에는, 상기 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값을 소정의 함수로 변환한 것에, 상기 주목 화소로부터 상기 소정의 영역에 존재하는 화소까지의 거리에 따른 무게를 부가한 것의 총합을 상기 평탄부의 존재를 표현하는 특징량으로서 추출시키도록 할 수가 있다.
- <111> 상기 평탄부 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 42의 BFP 추출부(932))에는, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소의 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값의 하위의 소정의 순위의 값을, 상기 평탄부의 존재를 표현하는 특징량으로서 추출시키도록 할 수가 있다.
- <112> 상기 평탄부 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 42의 BFP 추출부(932))에는, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소 중, 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값의 하위의 제1 순위 내지 제2 순위에 속하는 평균값, 또는 무게 계수를 부가한 값의 총합을, 상기 평탄부의 존재를 표현하는 특징량으로서 추출시키도록 할 수가 있다.
- <113> 상기 협역 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 20의 협역 특징량 추출부(914))에는, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 세선, 에지, 점, 에지 부근의 평탄부, 또는 그레이데이션을 표현하는 2종류의 특징량으로 이루어지는 협역 특징량을 추출시키도록 할 수가 있다.
- <114> 상기 협역 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 20의 협역 특징량 추출부(914))에는, 상기 소정의 영역에 포함되는 제1 영역에 존재하는 화소의 화소값의 최대값으로부터 최소값을 뺀 화소값 다이나믹 레인지를 상기 협역 특징량의 제1 특징량으로서 추출하는 제1 협역 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 20의 PNDP 추출부(971))과, 상기 제1 영역에 포함되고, 또한 상기 주목 화소를 포함하는 제2 영역의 화소의 화소값의 최대값으로부터 최소값을 뺀 화소값 다이나믹 레인지를 상기 협역 특징량의 제2 특징량으로서 추출하는 제2 협역 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 20의 SNDP 추출부(972))을 포함하게 하도록 할 수가 있다.
- <115> 상기 제2 다이나믹 레인지 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 24의 SNDP 추출부(972))에는, 복수의 상기 제2 영역으로부터, 각각 화소값 다이나믹 레인지를 추출하는 경우, 상기 화소값 다이나믹 레인지가 최소로 되는 것을 상기 제2 특징량으로서 추출시키도록 할 수가 있다.
- <116> 상기 제1 협역 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 45의 PNDP 추출부(971))에는, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소의 화소값 다이나믹 레인지를 상기 협역 특징량의 제1 특징량으로서 추출시키도록 할 수 있으며, 상기 제2 협역 특징량 추출 수단(예를 들면, 도 47의 SNDP 추출부(972))에는, 상기 소정의 영역에 존재하는 화소와, 상기 주목 화소와의 차분 절대값을 소정의 함수로 처리하고, 또 무게를 부가한 값을 가산한 값을 적산한 값을 상기 협역 특징량의 제2 특징량으로서 추출시키도록 할 수가 있다.
- <117> 상기 주목 화소로부터 상기 제1 영역에 존재하는 화소까지의 경로 상에 존재하는 모든 화소의 인접 화소간의 차분 절대값의 총합에 따른 값으로 이루어지는 상기 무게를 계산하는 무게 계산 수단(예를 들면, 도 47의 무게 계산부(1165))을 포함하게 하도록 할 수가 있다.
- <118> 본 발명의 1측면의 화상 처리 방법 및 프로그램은, 제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 광역 특징량을 추출하는 광역 특징량 추출 스텝(예를 들면, 도 25의 플로차트(흐름도)에서의 스텝 S831, S832)과, 상기 광역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상 중, 계조가 적고 에지가 뚜렷한 인공적인 화상인 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 광역 특징량 추출 스텝의 처리에 의해 추출된 광역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 광역 인공화상도를 산출하는 광역 인공화상도 산출 스텝(예를 들면, 도 25의 플로차트에서의 스텝 S834)과, 상기 제1 화상의 주목 화소에 대해서 소정의 영역에 존재하는 화소로부터, 복수 종류의 특징량으로 이루어지는 협역 특징량을 추출하는 협역 특징량 추출 스텝(예, 도 25의 플로차트에서의 스텝 S835, S836)과, 상기 협역 특징량에 포함되는 복수의 특징량에 의해 표현되는 다차원의 공간에서의, 상기 제1 화상, 상기 인공 화상의 통계적인 분포 범위에 대한, 상기 협역 특징량 추출 스텝의 처리에 의해 추출된 협역 특징량의 상기 공간 내의 위치 관계에 의해, 상기 인공 화상의 분포 영역에 속하는 정도를 나타내는 협역 인공화상도를 산출하는 협역 인공화상도 산출 스텝(예를 들면, 도 25의 플로차트에서의 스텝 S838)과, 상기 광역 인공화상도 및 상기 협역 인공화상도를 합성해서, 상기 주목 화소의 인공화상도를 산출하는 인공화상도 산출 스텝(예를 들면, 도 25의 플로차트에서의 스텝 S839)을 포함한다.

- <119> 이하, 도면을 참조해서, 본 발명의 실시형태에 대해서 설명한다.
- <120> 도 1은, 본 발명을 적용한 화상 변환 장치(101)의 1실시형태를 도시하는 블록도이다. 화상 변환 장치(101)는, 순회형(巡回型; cyclic) IP 변환부(111), 출력 위상 변환부(112), 자연화상 예측부(131), 인공화상 예측부(132), 자연화상 인공화상 판정부(114) 및, 합성부(133)에 의해 구성된다. 또, 순회형 IP 변환부(111)는, IP 변환부(121) 및 순회형 변환부(122)에 의해 구성된다.
- <121> 순회형 IP 변환부(111)의 IP 변환부(121) 및 순회형 변환부(122)에는, 처리 대상(對象)으로 되는 인터레이스(interlace) 방식의 SD 화상이 입력된다.
- <122> IP 변환부(121)는, 소정의 방법에 의거해서, 입력된 인터레이스 방식의 SD 화상(이하, 입력 화상이라고도 칭(稱)한다)을 프로그레시브(progressive) 방식의 SD 화상(이하, 중간 화상이라고도 칭한다)으로 IP 변환하고, IP 변환한 프로그레시브 방식의 SD 화상을 순회형 변환부(122)에 공급한다.
- <123> 순회형 변환부(122)는, 입력 화상과, 1프레임 전(前)에 순회형 변환부(122)로부터 출력된 프로그레시브 방식의 SD 화상(이하, 출력 화상이라고도 칭한다)과의 사이의 움직임 벡터를 구한다. 순회형 변환부(122)는, 입력 화상의 화소값과, 구한 움직임 벡터에 의거해서, 출력 화상에 움직임 보상(補償)을 행한 화상의 화소값을, 순회 계수를 이용해서 가중(重付; as weights; 무게 부가) 가산하는 것에 의해, 중간 화상의 화질을 향상시킨다. 순회형 변환부(122)는, 중간 화상을 보다 고화질의 프로그레시브 방식의 SD 화상인 출력 화상으로 변환하고, 출력 화상을 출력 위상 변환부(112)에 공급한다. 또한, 순회 계수는, 중간 화상의 각 화소에 대해서, 변환전의 입력 화상에서 화소가 존재하는 위치에 있는지 여부, 움직임 벡터의 수직 방향의 크기 및, 움직임 벡터의 확실 함((確; probability)을 나타내는 신뢰도(信賴度; reliability)에 의거해서 설정된다.
- <124> 출력 위상 변환부(112)는, 순회형 변환부(122)로부터 공급되는 제1화소수의 SD 화상에 대해서, 수평 방향 및 수직 방향으로 보간(補間; interpolation)을 행하는 것에 의해, 제1화소수보다 많은 제2 화소수의 HD 화상을 생성 한다. 출력 위상 변환부(112)는, 그 HD 화상을, 자연화상 예측부(131), 인공화상 예측부(132) 및, 자연화상 인공화상 판정부(114)에 공급한다.
- <125> 화상 처리부(113)는, 자연화상 인공화상 판정부(114)로부터 공급되어 오는 인공화상도에 의거해서, HD 화상으로부터 고품질인 화상으로 처리해서, 처리 결과로서의 고품질인 HD 화상을 출력한다.
- <126> 자연화상 인공화상 판정부(114)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상의 각 화소에 대해서, 인공 화상으로 분류되는 영역, 또는, 자연 화상으로 분류되는 영역의 어느 영역에 속하는지를 판정하고, 판정 결과를 인공화상도로서 화상 처리부(113)에 출력한다. 즉, 인공화상도라 함은, 인공 화상과 자연 화상과의 중간으로 분류되는 영역에서 자연 화상에서의 인공 화상의 비율을 0 내지 1의 값으로 나타낸 것이다.
- <127> 자연화상 예측부(131)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상으로부터, 그 HD 화상 중의 자연 화상을 고품질로 한 HD 화상(이하, 자연 고품질 화상이라고 칭한다)을 예측한다. 구체적으로는, 자연화상 예측부(131)는, HD 화상의 특징에 따라서, 그 HD 화상으로부터 구해지는 자연 고품질 화상의 화소인 주목 화소를, 자연 화상의 특징에 적합한 클래스로 분류한다. 그리고, 자연화상 예측부(131)는, 그 클래스에 대응하는, 자연 고품질 화상을 예측하기 위한 예측 계수와, HD 화상을 이용해서 연산하는 것에 의해, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급된 HD 화상으로부터, 자연 고품질 화상을 예측한다. 자연화상 예측부(131)는, 그 자연 고품질 화상을 합성부(133)에 공급한다.
- <128> 인공화상 예측부(132)는, 자연화상 예측부(131)와 마찬가지로, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상으로부터, 그 HD 화상 중의 인공 화상을 고품질로 한 HD 화상(이하, 인공 고품질 화상이라고 칭한다)을 예측한다. 구체적으로는, 인공화상 예측부(132)는, HD 화상의 특징에 따라서, 그 HD 화상으로부터 구해지는 인공 고품질 화상의 화소인 주목 화소를, 인공화상의 특징에 적합한 클래스로 분류한다. 그리고, 인공화상 예측부(132)는, 그 클래스에 대응하는, 인공 고품질 화상을 예측하기 위한 예측 계수와, HD 화상을 이용해서 연산하는 것에 의해, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급된 HD 화상으로부터, 인공 고품질 화상을 예측한다. 인공화상 예측부(132)는, 그 인공 고품질 화상을 합성부(133)에 출력한다.
- <129> 합성부(133)는, 자연화상 인공화상 판정부(114)로부터 공급되는 판정 결과에 의거해서, 자연화상 예측부(131)로부터 공급되는 자연 고품질 화상의 각 화소의 화소값과, 인공화상 예측부(132)로부터 공급되는 인공 고품질 화상의 각 화소의 화소값을 인공화상도에 따른 비율로 합성하고, 합성의 결과 얻어지는 HD 화상을 출력한다.
- <130> 다음에, 도 2의 플로차트를 참조해서, 화상 변환 장치(101)에 의해 실행되는 화상 변환 처리를 설명한다. 또

한, 이 처리는, 예를 들면 외부로부터 인터페이스 방식의 SD 화상의 입력이 개시(開始; start)되었을 때 개시된다.

<131> 스텝 S1에서, IP 변환부(121)는, IP 변환을 행한다. 구체적으로는, IP 변환부(121)는, 소정의 방법에 의거해서, 인터페이스 방식의 입력 화상을, 프로그레시브 방식의 중간 화상으로 IP 변환하고, IP 변환한 중간 화상을 순회형 변환부(122)에 공급한다.

<132> 스텝 S2에서, 순회형 변환부(122)는, 순회형 변환 처리를 행한다. 구체적으로는, 입력 화상과, 1프레임 전에 순회형 변환부(122)로부터 출력된 출력 화상과의 사이의 움직임 벡터를 구한다. 순회형 변환부(122)는, 입력 화상의 화소값과, 구한 움직임 벡터에 의거해서, 출력 화상에 움직임 보상을 행한 화상의 화소값을, 순회 계수를 이용해서 각종 가산하는 것에 의해, 중간 화상의 화질을 향상시킨다. 순회형 변환부(122)는, 중간 화상을 보다 고화질의 프로그레시브 방식의 SD 화상인 출력 화상으로 변환하고, 출력 화상을 출력 위상변환부(112)에 공급한다.

<133> 스텝 S3에서, 출력 위상 변환부(112)는, 출력 위상 변환 처리를 행한다. 구체적으로는, 출력 위상 변환부(112)는, 순회형 변환부(122)로부터 공급되는 SD 화상에 대해서, 수평 방향 및 수직 방향으로 보간을 행하는 것에 의해, HD 화상을 생성한다. 출력 위상 변환부(112)는, 그 HD 화상을, 자연화상 예측부(131), 인공화상 예측부(132) 및, 자연화상 인공화상 판정부(114)에 공급한다.

<134> 스텝 S4에서, 자연화상 예측부(131)는, 자연화상 예측 처리를 행한다. 자연화상 예측 처리의 상세는, 도 6을 참조해서 후술하겠지만, 이 처리에 의해, HD 화상으로부터 자연 고품질 화상이 예측되고, 그 자연 고품질 화상이 합성부(133)에 공급된다.

<135> 스텝 S5에서, 인공화상 예측부(132)는, 인공화상 예측 처리를 행한다. 인공화상 예측 처리의 상세는, 도 15를 참조해서 후술하겠지만, 이 처리에 의해, HD 화상으로부터 인공 고품질 화상이 예측되고, 그 인공 고품질 화상이 합성부(133)에 출력된다.

<136> 스텝 S6에서, 자연화상 인공화상 판정부(114)는, 자연화상 인공화상 판정 처리를 행한다. 자연화상 예측 처리의 상세는, 도 25를 참조해서 후술하겠지만, 자연화상 인공화상 판정부(114)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상의 각 화소에 대해서, 인공 화상으로 분류되는 영역, 또는 자연 화상으로 분류되는 영역의 어느 영역에 속하는지를 판정하고, 판정 결과를 인공화상도로서 합성부(133)에 출력한다.

<137> 스텝 S7에서, 합성부(133)는, 화상을 합성한다. 구체적으로는, 합성부(133)는, 자연화상 인공화상 판정부(114)로부터 공급되는 판정 결과에 의거해서, 자연화상 예측부(131)로부터 공급되는 자연 고품질 화상의 각 화소의 화소값과, 인공화상 예측부(132)로부터 공급되는 인공 고품질 화상의 각 화소의 화소값을 인공화상도에 따른 비율로 합성한다. 합성부(133)는, 합성한 화상을 후단(後段)의 장치에 출력한다.

<138> 또한, 복수 화상의 화상 변환을 연속해서 행하는 경우, 상술한 스텝 S1 내지 S7의 처리가 되풀이(繰返; 반복)해서 실행된다.

<139> 도 3은, 도 1의 자연화상 예측부(131)의 구성예를 도시하는 블록도이다.

<140> 도 3의 자연화상 예측부(131)는, 클래스 템 추출부(551), ADRC(Adaptive Dynamic Range Coding) 처리부(552), 계수종 메모리(553), 예측 계수 생성부(554), 예측 계수 메모리(555), 예측 템 추출부(556), 및 예측 연산부(557)에 의해 구성되고, 도 1의 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 프로그레시브 방식의 HD 화상으로부터, 그 HD 화상 중의 자연 화상으로부터 노이즈 등을 제거(除去)해서, 고품질로 한 자연 고품질 화상을 예측한다.

<141> 자연화상 예측부(131)에는, 도 1의 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는, 프로그레시브 방식의 HD 화상이 입력되고, 그 HD 화상은 클래스 템 추출부(551)와 예측 템추출부(556)에 공급된다.

<142> 클래스 템 추출부(551)는, 입력된 HD 화상에 의해 구해지는, 자연 고품질 화상을 구성하는 화소를, 순차(順次; sequentially; 순서대로), 주목 화소로 하고, 그 주목 화소를 클래스로 분류하기 위해서 이용하는, 입력된 HD 화상을 구성하는 화소의 몇개(畿; some)인가를, 클래스 템으로서 추출한다. 클래스 템 추출부(551)는, 추출된 클래스 템을, ADRC 처리부(552)에 공급한다.

<143> ADRC 처리부(552)는, 클래스 템 추출부(551)로부터 공급되는 클래스 템을 구성하는 화소의 화소값을, 클래스 템의 과정의 특징으로서, 그 화소값에 대해서 ADRC 처리 등을 행하고, 그 결과 얻어지는 ADRC 코드를, 클래스 템

의 특징으로서 검출한다.

<144> 또한, K비트 ADRC에서는, 예를 들면 클래스 템을 구성하는 화소의 화소값의 최대값 MAX와 최소값 MIN이 검출되고, DR=MAX-MIN을, 집합(集合)의 국소적(局所的)인 다이나믹 레인지로 하고, 이 다이나믹 레인지 DR에 의거해서, 클래스 템을 구성하는 화소값이 K비트로 재양자화(再量子化; re-quantize)된다. 즉, 클래스 템을 구성하는 각 화소의 화소값으로부터, 최소값 MIN이 감산(減算; subtract)되고, 그 감산값(減算值)이 $DR/2^K$ 로 계산(除算; divide; 나눗셈)된다.

<145> 그리고, 이상과 같이 해서 얻어지는, 클래스 템을 구성하는 K비트의 각 화소의 화소값을, 소정의 순번(順番; order)으로 늘어놓은(並; arranged; 배열된) 비트열(列; string)이, ADRC 코드로서 출력된다. 따라서, 클래스 템이, 예를 들면 1비트 ADRC 처리된 경우에는, 그 클래스 템을 구성하는 각 화소의 화소값은, 최대값 MAX와 최소값 MIN과의 평균값으로 계산되어, 계산 결과의 소수점(小數點) 이하는 잘라버려지고(切捨; omitted), 이것에 의해, 각 화소의 화소값이 1비트로 된다. 즉, 각 화소의 화소값이 2값화(2值化; binarize)된다. 그리고, 그 1비트의 화소값을 소정의 순번으로 늘어놓은 비트열이, ADRC 코드로서 출력된다.

<146> ADRC 처리부(552)는, 검출된 ADRC 코드에 의거해서 클래스를 결정하는 것에 의해, 주목 화소를 클래스로 분류하고, 그 클래스를 예측 계수 메모리(555)에 공급한다. 예를 들면, ADRC 처리부(552)는, ADRC 코드를 그대로 클래스로서, 예측 계수 메모리(555)에 공급한다.

<147> 계수종 메모리(553)는, 도 7 내지 도 9를 참조해서 후술하는 학습에 의해 획득된 클래스마다의 계수종(係數種; coefficient seed)을 격납하고 있다. 예측 계수 생성부(554)는, 계수종 메모리(553)로부터 계수종을 판독출력(讀出; read out)한다. 예측 계수 생성부(554)는, 유저에 의해 입력되는 수평 방향의 해상도를 결정하기 위한 파라미터 h와, 수직 방향의 해상도를 결정하기 위한 파라미터 v에 의거해서, 그 파라미터 h와 v를 포함하는 다항식(多項式)을 이용해서, 판독출력된 계수종으로부터 예측 계수를 생성하고, 예측 계수 메모리(555)에 공급해서 기억시킨다.

<148> 예측 계수 메모리(555)는, ADRC 처리부(552)로부터 공급되는 클래스에 따라서, 그 클래스의 예측 계수를 판독출력하고, 예측 연산부(557)에 공급한다.

<149> 또한, 예측 템과 클래스 템은, 동일(同一)한 템 구조를 가지는 것으로 하는 것도, 다른(異) 템 구조를 가지는 것으로 하는 것도 가능하다.

<150> 예측 템 추출부(556)는, 입력된 HD 화상으로부터, 주목 화소의 화소값을 예측하는데 이용하는 HD 화상을 구성하는 화소를, 예측 템으로서 추출한다. 예측 템 추출부(556)는, 예측 템을 예측 연산부(557)에 공급한다.

<151> 예측 연산부(557)는, 예측 템 추출부(556)로부터 공급되는 예측 템고, 예측 계수 메모리(555)로부터 공급되는 예측 계수를 이용해서, 주목 화소의 참값(眞值; true value)의 예측값(豫測值)을 구하는 선형 1차식의 연산 등의 예측 연산을 행한다. 이것에 의해, 예측 연산부(557)는, 주목 화소의 화소값의 예측값, 즉 자연 고품질 화상을 구성하는 화소의 화소값을 구해서 합성부(133)에 출력한다.

<152> 도 4에는, 도 3의 클래스 템 추출부(551)에 의해 추출되는 클래스 템의 템 구조의 1예를 도시하고 있다.

<153> 또한, 도면중 흰 동그라미(白丸)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상의 화소 중, 클래스 템을 구성하는 화소를 나타내고, 점선의 동그라미는, 클래스 템을 구성하지 않는 화소를 나타내고, 검은 동그라미(黑丸)는 주목 화소를 나타내고 있다. 이것은, 후술하는 도 5에서도 마찬가지이다.

<154> 도 4에서는, 9개의 화소로, 클래스 템이 구성되어 있다. 즉, 주목 화소 q6에 대응하는 HD 화상을 구성하는 화소 p64를 중심으로 해서, 세로 방향(縱方向)으로 1화소 걸러(置; every other pixel) 늘어서는(並; aligned) 5화소 p60, p61, p64, p67, p68, 가로 방향(橫方向)으로 1화소 걸러 늘어서는 화소 p64를 제외한 4화소 p62, p63, p65, p66로, 말하자면(소위) 십자 형상(十字形狀)의 클래스 템이 구성되어 있다.

<155> 도 5에는, 도 3의 예측 템 추출부(556)에 의해 추출되는 예측 템의 템 구조의 1예를 도시하고 있다.

<156> 도 5에서는, 13개의 화소로, 예측 템이 구성되어 있다. 즉, 도 5에서는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상 중의, 주목 화소 q8에 대응하는 화소 p86을 중심으로 해서 세로 방향으로 1화소 걸러 늘어서는 5화소 p80, p82, p86, p90, p92, 가로 방향으로 1화소 걸러 늘어서는 화소 p86을 제외한 4화소 p84, p85, p87, p88, 화소 p85를 중심으로 해서, 세로 방향으로 1화소 걸러 늘어서는 화소 p85를 제외한 2화소 p81, p89, 화소 p87을 중심으로 해서, 세로 방향으로 1화소 걸러 늘어서는 화소 p87을 제외한 2화소 p83, p91로, 대략 마름모

형상(菱形狀; rhomboid)의 예측 템이 구성되어 있다.

<157> 또한, 도 4와 도 5에서는, 클래스 템을 구성하는 9화소 p60 내지 p68과, 예측 템을 구성하는 13화소 p80 내지 p92는, 상하 방향(수직 방향) 또는 좌우 방향(수평 방향)으로 1화소 걸러, 즉 2화소 간격으로 늘어서(배열되어) 있지만, 그 간격은, 이것에 한정되지 않고, 출력 위상 변환부(112)에서의 변환전의 SD 화상과 변환 후의 HD 화상의 화소수(畫素數)의 비율, 즉 보간 배율(倍率)에 따라서 변경하면 좋다.

<158> 예를 들면, 수평 방향과 수직 방향의 각 화소수가, 각각 2배(倍)로 되도록, 출력 위상 변환부(112)가 화상을 변환한 경우, 도 4와 도 5에 도시되는 바와 같이, 수직 방향 또는 수평 방향으로 2화소 간격으로 늘어서는 화소로, 클래스 템과 예측 템을 구성하면, 보간된 화소 및 보간 전부터 존재하는 화소 중의 한쪽으로만, 클래스 템과 예측 템이 구성되므로, 그들 양쪽이 혼재(混在)하는, 예를 들면 클래스 템과 예측 템이 1화소 간격으로 늘어서는 화소로 구성되는 경우보다도, 자연화상 예측부(131)에 의한 예측 처리의 결과의 정밀도(精度; prediction)가 향상한다.

<159> 다음에, 도 6을 참조해서, 도 3의 자연화상 예측부(131)가 행하는 도 2의 스텝 S4의 자연화상 예측 처리의 상세를 설명한다.

<160> 처음에, 스텝 S551에서, 클래스 템 추출부(551)는, 도 1의 출력 위상변환부(112)로부터 입력된 HD 화상에 의해 구해지는 자연 고품질 화상을 구성하는 화소값 중의 하나를, 주목 화소로서 선택한다.

<161> 스텝 S552에서, 클래스 템 추출부(551)는, 도 4에 도시되는 바와 같은, 스텝 S551에서 선택된 주목 화소의 클래스 분류를 행하는데 이용하는, 입력된 HD 화상을 구성하는 화소의 몇개인가를, HD 화상으로부터 클래스 템으로서 추출하고, ADRC 처리부(552)에 공급한다.

<162> 스텝 S553에서, ADRC 처리부(552)는, 클래스 템 추출부(551)로부터 공급되는 클래스 템을 구성하는 화소의 화소값에 대해서, ADRC 처리를 행하고, 그 결과 얻어지는 ADRC 코드를, 클래스 템의 특징으로서 검출한다.

<163> 스텝 S554에서, ADRC 처리부(552)는, ADRC 코드에 의거해서 클래스를 결정하는 것에 의해, 주목 화소를 클래스로 분류하고, 그 클래스를 예측 계수 메모리(555)에 공급한다.

<164> 스텝 S555에서, 예상 계수 생성부(554)는, 계수종 메모리(553)로부터 계수종을 판독출력한다.

<165> 스텝 S556에서, 예측 계수 생성부(554)는, 유저에 의해 입력된 파라미터 h와 v에 의거해서, 파라미터 h와 v를 포함하는 다항식을 이용해서, 계수종 메모리(553)로부터 판독출력된 계수종으로부터 예측 계수를 생성하고, 예측 계수 메모리(555)에 공급해서 기억시킨다. 이 계수종으로부터 예측 계수를 생성하는 처리의 상세에 대해서는 후술한다.

<166> 스텝 S557에서, 예측 계수 메모리(555)는, ADRC 처리부(552)로부터 공급된 클래스에 의거해서, 그 클래스의 예측 계수를 판독출력하고, 예측 연산부(557)에 공급한다.

<167> 스텝 S558에서, 예측 템 추출부(556)는, 입력된 HD 화상으로부터, 도 5에 도시되는 바와 같은, 주목 화소의 화소값을 예측하는데 이용하는 HD 화상을 구성하는 화소를, 예측 템으로서 추출한다. 예측 템 추출부(556)는, 예측 템을 예측 연산부(557)에 공급한다.

<168> 스텝 S559에서, 예측 연산부(557)는, 예측 템 추출부(556)로부터 공급되는 예측 템과, 예측 계수 메모리(555)로부터 공급되는 예측 계수를 이용해서, 주목 화소의 참값의 예측값을 구하는 선형 1차식 등의 예측 연산을 행한다.

<169> 스텝 S560에서, 예측 연산부(557)는, 예측 연산의 결과 얻어진 주목 화소의 화소값의 예측값, 즉 자연 고품질 화상을 구성하는 화소의 화소값을 합성부(133)에 출력한다.

<170> 스텝 S561에서, 클래스 템 추출부(551)는, 입력된 HD 화상에 의해 구해지는 자연 고품질 화상을 구성하는 모든 화소를, 주목 화소로 했는지 여부를 판정한다. 스텝 S561에서, 모든 화소를 아직 주목 화소로 하고 있지 않다고 판정된 경우, 스텝 S562에서, 클래스 템 추출부(551)는, 자연 고품질 화상을 구성하는 화소 중, 아직 주목 화소로 하고 있지 않은 것을, 새롭게 주목 화소로서 결정하고, 처리를 스텝 S552에 되돌리고(戻; 리턴시키고), 이하 마찬가지 처리를 되풀이한다. 한편, 스텝 S561에서, 클래스 템 추출부(551)는, 모든 화소를 주목 화소로 했다고 판정한 경우, 자연화상 예측 처리를 종료(終了; end)한다.

<171> 이상과 같이 해서, 자연화상 예측부(131)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상으로부터, 자연 고

품질 화상을 예측하고, 출력한다. 즉, 자연화상 예측부(131)는, HD 화상을 자연 고품질 화상으로 변환하고, 출력한다.

<172> 이상과 같이, 도 1의 화상 변환 장치(101)에서는, 출력 위상 변환부(112)가, 순회형 변환부(122)로부터 공급되는 SD 화상을, 자연화상 예측부(131)로부터 출력하는 HD 화상으로 변환해서, 자연화상 예측부(131)에 공급하므로, 예측전과 예측후의 화상의 화소수가 동일하고, 예측 전후(前後)의 화상의 화소의 위치에는 어긋남이 없어진다.

<173> 따라서, 자연화상 예측부(131)는, 자연 고품질 화상의 화소인 주목 화소의 위상과 동일한 위상의 HD 화상의 화소로 이루어지는 예측 템을 이용해서, 주목 화소의 화소값을 예측할 수가 있다. 그 결과, 자연화상 예측부(131)는, 자연 고품질 화상을 정확(正確; accurate)하게 예측하고, 고정밀도의 화상 변환을 행할 수가 있다. 즉, 출력 위상 변환부(112)와 자연화상 예측부(131)는, 순회형 변환부(122)로부터 입력되는 SD 화상인 화상을, 화소수가 다른(異) 고품질 HD 화상인 자연 고품질 화상으로 적확하게 변환할 수가 있다.

<174> 또, 자연화상 예측부(131)는, 클래스 템을 구성하는 화소의 화소값을, 클래스 템의 파형의 특징으로서, 주목 화소를 클래스로 분류하므로, 평탄 부분이 비교적 적은 자연 화상의 특징을 분류하는데 적합한 분류를 행시킬 수가 있다. 그 결과, 자연화상 예측부(131)는, HD 화상 중의 자연 화상의 품질을, 적확하게 높일 수가 있다.

<175> 다음에, 도 3의 예측 연산부(557)에서의 예측 연산과, 그 예측 연산에 이용되는 예측 계수의 학습에 대해서 설명한다.

<176> 지금, 입력된 HD 화상으로부터 예측 템을 추출하고, 그 예측 템과 예측 계수를 이용해서, 자연 고품질 화상을 구성하는 화소(이하, 적당히, 자연 고품질 화상 화소라고 칭한다)의 화소값을 예측하는 소정의 예측 연산으로서, 예를 들면 선형 1차 예측 연산을 채용하는 것으로 하면, 자연 고품질 화상 화소의 화소값 y 는, 다음의 선형 1차식에 의해서 구해지게 된다.

<177> [수학식 1]

$$y = \sum_{n=1}^N w_n x_n \quad \dots \quad (1)$$

<178>

<179> 단, 식 (1)에서, x_n 은, 화소값 y 의 자연 고품질 화상 화소에 대한 예측 템을 구성하는, n 번째 HD 화상의 화소(이하, 적당히, HD 화상 화소라고 칭한다)의 화소값을 나타내고, w_n 은, n 번째 HD 화상 화소의 화소값과 승산(乘算; multiply)되는 n 번째 예측 계수를 나타낸다. 또한, 식 (1)에서는, 예측 템이, N 개의 HD 화상 화소 x_1, x_2, \dots, x_N 으로 구성되는 것으로 하고 있다.

<180> 자연 고품질 화상 화소의 화소값 y 는, 식 (1)에 나타낸 선형 1차식이 아니라, 2차 이상의 고차(高次)의 식에 의해서 구하도록 하는 것도 가능하다.

<181> 지금, 제k 샘플의 자연 고품질 화상 화소의 화소값의 참값을 y_k 로 나타냈고 동시에, 식 (1)에 의해서 얻어지는 그 참값 y_k 의 예측값을 y'_k 로 나타내면, 그 예측 오차 e_k 는, 다음 식으로 나타내어진다.

<182> [수학식 2]

$$e_k = y_k - y'_k \quad \dots \quad (2)$$

<183>

<184> 식 (2)의 예측값 y'_k 는, 식 (1)에 따라서 구해지기 때문에, 식 (2)의 예측값 y'_k 를, 식 (1)에 따라서 치환(置換)하면, 다음 식이 얻어진다.

<185> [수학식 3]

$$e_k = y_k - \left(\sum_{n=1}^N w_n x_{n,k} \right) \quad \dots \quad (3)$$

<186>

<187> 단, 식 (3)에서, $x_{n,k}$ 는, 제k 샘플의 자연 고품질 화상 화소에 대한 예측 텁을 구성하는 n번째 HD 화상 화소를 나타낸다.

<188> 식 (3) 또는 식 (2)의 예측 오차 e_k 를 0, 즉 통계적으로 최소로 하는 예측 계수 W_n 이, 자연 고품질 화상 화소를 예측하는데 최적한 것으로 되지만, 모든 자연 고품질 화상 화소에 대해서, 그와 같은 예측 계수 W_n 을 구하는 것은, 일반적으로는 곤란하다.

<189> 그래서, 예측 계수 W_n 이 최적한 것임을 나타내는 규범(規範; standard)으로서, 예를 들면 최소 제곱법(最小自乘法; least squares method)을 채용하기로 하면, 최적한 예측 계수 W_n 은, 다음 식으로 나타내어지는 제곱 오차(誤差)의 총합 E를 최소로 함으로써 구할 수가 있다.

<190> [수학식 4]

$$E = \sum_{k=1}^K e_k^2 \quad \dots \quad (4)$$

<191>

<192> 단, 식 (4)에서, K는, 고품질 화상의 화소값의 참값 y_k 와, 그 참값 y_k 에 대한 예측 텁을 구성하는 HD 화상 화소 $x_{1,k}, x_{2,k}, \dots, x_{N,k}$ 의 세트의 샘플 수(數), 즉 학습용 샘플의 수를 나타낸다.

<193> 식 (4)의 제곱 오차의 총합 E의 최소값은, 식 (5)로 나타내는 바와 같이, 총합 E를 예측 계수 W_n 으로 편미분(偏微分; partially differentiating)한 것을 0으로 하는 W_n 에 대해서 주어진다.

<194> [수학식 5]

$$\frac{\partial E}{\partial W_n} = e_1 \frac{\partial e_1}{\partial W_n} + e_2 \frac{\partial e_2}{\partial W_n} + \dots + e_K \frac{\partial e_K}{\partial W_n} = 0 \quad (n=1, 2, \dots, N) \quad \dots \quad (5)$$

<195>

<196> 그래서, 상술한 식 (3)을 예측 계수 W_n 으로 편미분 하면, 다음 식이 얻어진다.

<197>

[수학식 6]

$$\frac{\partial e_k}{\partial W_n} = -x_{1,k}, \frac{\partial e_k}{\partial W_2} = -x_{2,k}, \dots, \frac{\partial e_k}{\partial W_N} = -x_{N,k}, \quad (k=1, 2, \dots, K) \quad \dots \quad (6)$$

<198>

<199> 식 (5)와 식 (6)으로부터, 다음 식이 얻어진다.

<200>

[수학식 7]

$$\sum_{k=1}^K e_k x_{1,k} = 0, \sum_{k=1}^K e_k x_{2,k} = 0, \dots, \sum_{k=1}^K e_k x_{N,k} = 0 \quad \dots \quad (7)$$

<201>

<202> 식 (7)의 e_k 에, 식 (3)을 대입(代入)하는 것에 의해, 식 (7)은, 식 (8)로 나타내는 정규 방정식으로 나타낼 수가 있다.

<203>

[수학식 8]

$$\begin{bmatrix} \left(\sum_{k=1}^K x_{1,k} x_{1,k} \right) & \left(\sum_{k=1}^K x_{1,k} x_{2,k} \right) & \cdots & \left(\sum_{k=1}^K x_{1,k} x_{N,k} \right) \\ \left(\sum_{k=1}^K x_{2,k} x_{1,k} \right) & \left(\sum_{k=1}^K x_{2,k} x_{2,k} \right) & \cdots & \left(\sum_{k=1}^K x_{2,k} x_{N,k} \right) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \left(\sum_{k=1}^K x_{N,k} x_{1,k} \right) & \left(\sum_{k=1}^K x_{N,k} x_{2,k} \right) & \cdots & \left(\sum_{k=1}^K x_{N,k} x_{N,k} \right) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \left(\sum_{k=1}^K x_{1,k} y_k \right) \\ \left(\sum_{k=1}^K x_{2,k} y_k \right) \\ \vdots \\ \left(\sum_{k=1}^K x_{N,k} y_k \right) \end{bmatrix}$$

... (8)

<204>

<205> 식 (8)의 정규 방정식은, 예를 들면 쓸어내기법(搔出法; sweeping method)(Gauss-Jordan의 소거법) 등을 이용하는 것에 의해, 예측 계수 W_i 에 대해서 풀(解; solve) 수가 있다.

<206>

식 (8)의 정규 방정식을 클래스마다 세워서 푸는 것에 의해, 최적한 예측 계수로서, 제곱 오차의 총합 E를 최소로 하는 예측 계수 W_i 을, 클래스마다 구할 수가 있다.

<207>

또, 도 3의 예측 계수 생성부(554)에서 예측 계수를 생성하는 다항식과, 그 다항식에 이용되는 계수종의 학습에 대해서 설명한다.

<208>

지금, 입력된 파라미터 h 와 v 및, 계수종을 이용해서 예측 계수를 생성하는 식으로서, 예를 들면 다항식을 채용하기로 하면, 클래스마다, 또한 파라미터 h 와 v 의 조합마다의 예측 계수 W_n 은, 다음의 다항식에 대해서 구해진다.

<209>

[수학식 9]

$$W_n = w_{n,0} + w_{n,1}v + w_{n,2}h + w_{n,3}v^2 + w_{n,4}vh \\ + w_{n,5}h^2 + w_{n,6}v^3 + w_{n,7}v^2h + w_{n,8}vh^2 + w_{n,9}h^3$$

... (9)

<210>

<211> 단, 식 (9)에서, $w_{n,k}$ ($k=1, 2 \dots, 9$)는, 식 (14)로 나타내어지는 화소값 y 의 자연 고품질 화상 화소에 대한 예측 탭을 구성하는, n 번째 HD 화상의 화소의 화소값 x_n 과 승산되는 n 번째 예측 계수 W_n 을 생성하기 위한 계수종 중의, k 번째 항(項)의 계수를 나타낸다.

<212>

여기서, 파라미터 h 와 v 에 대응하는, n 번째 예측 계수의 참값을 W_{vhn} 으로 나타냈과 동시에, 식 (9)에 대해서 얻어지는 그 참값 W_{vhn} 의 추측값(推測值)을 W'_{vhn} 로 나타내면, 그 추측 오차 e_{vhn} 은, 다음 식으로 나타내어진다.

<213>

[수학식 10]

$$e_{vhn} = W_{vhn} - W'_{vhn} \quad \dots (10)$$

<214>

<215> 식 (10)의 추측값 W'_{vhn} 은, 식 (9)에 대해서 구해지기 때문에, 식 (10)의 추측값 W'_{vhn} 를, 식 (9)에 따라사 치환하면, 다음 식이 얻어진다.

<216>

[수학식 11]

$$e_{vhn} = W_{vhn} - \sum_{k=0}^9 w_{vhn,k} t_k \quad \dots (11)$$

<217>

<218> 또한, 식 (11)에서, $w_{vhn,k}$ 는, 예측 계수 W_{vhn} 을 생성하기 위한 계수종 중의, k 번째 항의 계수를 나타낸다. 또,

식 (11)에서, t_k 는 다음 식으로 정의(定義)된다.

<219> [수학식 12]

$$\begin{aligned} t_0 &= 1 \\ t_1 &= v \\ t_2 &= h \\ t_3 &= v^2 \\ t_4 &= vh \\ t_5 &= h^2 \\ t_6 &= v^3 \\ t_7 &= v^2h \\ t_8 &= vh^2 \\ t_9 &= h^3 \end{aligned} \quad \dots \quad (12)$$

<220>

식 (10) 또는 식 (11)의 예측 오차 e_{vhn} 을 0, 즉 통계적으로 최소로 하는 계수종 $w_{vhn, k}$ 가, 예측 계수를 추측하는데 최적한 것으로 되지만, 모든 예측 계수에 대해서, 그와 같은 계수종 $w_{vhn, k}$ 를 구하는 것은, 일반적으로는 곤란하다.

<222>

그래서, 계수종 $w_{vhn, k}$ 가 최적한 것임을 나타내는 규범으로서, 예를 들면 최소 제곱법을 채용하기로 하면, 최적한 계수종 $w_{vhn, k}$ 는, 다음 식으로 나타내어지는 제곱 오차의 총합 E를 최소로 함으로써 구할 수가 있다.

<223>

[수학식 13]

$$E = \sum_{v=1}^V \sum_{h=1}^H e_{vhn}^2 \quad \dots \quad (13)$$

<224>

단, 식 (13)에서, V는, 파라미터 v의 종류의 수를 나타내고, H는, 파라미터 h의 종류의 수를 나타낸다.

<226>

식 (13)의 제곱 오차의 총합 E의 최소값은, 식 (14)로 나타내는 바와 같이, 총합 E를 계수종 $w_{vhn, k}$ 로 편미분한 것을 0으로 하는 $w_{vhn, k}$ 에 의해서 주어진다.

<227>

[수학식 14]

$$\frac{\partial E}{\partial w_{vhn, k}} = \sum_{v=1}^V \sum_{h=1}^H 2 \left(\frac{\partial e_{vhn}}{\partial w_{vhn, k}} \right) e_{vhn} = - \sum_{v=1}^V \sum_{h=1}^H 2 t_k e_{vhn} = 0 \quad \dots \quad (14)$$

<228>

여기서, X_{ki} 과 Y_k 를 각각 이하의 식 (15)와 식 (16)으로 정의하면, 식 (14)는 이하의 식 (17)의 정규 방정식으로 치환할 수가 있다.

<230>

[수학식 15]

$$X_{ki} = \sum_{v=1}^V \sum_{h=1}^H t_k t_i \quad \dots \quad (15)$$

<231>

[수학식 16]

$$Y_k = \sum_{v=1}^V \sum_{h=1}^H t_k w_{vhn} \quad \dots \quad (16)$$

<233>

<234>

[수학식 17]

$$\begin{bmatrix} X_{00} & X_{01} & \cdots & X_{09} \\ X_{10} & X_{11} & \cdots & X_{19} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{90} & X_{91} & \cdots & X_{99} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_{n,0} \\ w_{n,i} \\ \vdots \\ w_{n,9} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_0 \\ Y_1 \\ \vdots \\ Y_9 \end{bmatrix} \quad \dots \quad (17)$$

<235>

<236> 식 (17)의 정규 방정식은, 예를 들면 쓸어내기법(Gauss-Jordan의 소거법) 등을 이용하는 것에 의해, 계수종 $w_{n,k}$ 에 대해서 풀 수가 있다.

<237>

<237> 식 (17)의 정규 방정식을 클래스마다 세워서 푸는 것에 의해, 최적한 계수종으로서, 제곱 오차의 총합 E를 최소로 하는 계수종 $w_{n,k}$ 를, 클래스마다 구할 수가 있다.

<238>

<238> 도 7은, 식 (17)의 정규 방정식을 세워서 푸는 것에 의해 클래스마다의 계수종 $w_{n,k}$ 를 구하는 학습을 행하는 학습 장치(601)의 구성예를 도시하는 블록도이다.

<239>

<239> 도 7의 학습 장치(601)는, 대역 제한(帶域制限) 필터(611), 클래스 템 추출부(612), ADRC 처리부(613), 예측 템 추출부(614), 정규 방정식 생성부(615), 예측 계수 생성부(616), 정규 방정식 생성부(617), 계수종 결정부(618), 및 계수종 메모리(619)에 의해 구성된다.

<240>

<240> 학습 장치(601)에는, 도시하지 않은 데이터베이스로부터 판독 출력된, 예측 처리후의 목표의 자연 화상으로 되는 교사 화상이 복수 입력되고, 그 교사 화상은, 대역 제한 필터(611)와 정규 방정식 생성부(615)에 공급된다. 또, 학습 장치(601)에는, 유저의 지시에 의거해서, 파라미터 h와 v가 외부로부터 입력되고, 대역 제한 필터(611)와 정규 방정식 생성부(615)에 공급된다. 또한, 학습 장치(601)에는, 1매(枚)의 교사 화상이 학습 장치(601)에 입력될 때마다, 파라미터 h와 v의 모든 가지(全通; all)의 조합이 입력되도록 되어 있다.

<241>

<241> 대역 제한 필터(611)는, 외부로부터 입력되는 파라미터 h와 v에 따라서, 도시하지 않은 데이터베이스로부터 취득된 교사 화상의, 수직 방향 및 수평 방향의 대역을 각각 제한하는 필터 처리를 행한다. 이것에 의해, 파라미터 h와 v의 조합마다의, 예측 처리가 행해지기 전의 자연 화상에 상당(相當)하는 학생 화상이 생성된다. 예를 들면, 파라미터 h의 종류가 9종류이며, 파라미터 v의 종류가 9종류인 경우, 대역 제한 필터(611)는, 외부로부터 입력되는 파라미터 h와 v에 따라서, 1매의 교사 화상으로부터 81종류의 학생 화상을 생성한다.

<242>

<242> 대역 제한 필터(611)는, 그 학생 화상을 클래스 템 추출부(612)와 예측 템 추출부(614)에 공급한다.

<243>

<243> 클래스 템 추출부(612)는, 도 3의 클래스 템 추출부(551)와 마찬가지로 구성된다. 클래스 템 추출부(612)는, 교사 화상을 구성하는 화소를, 순차, 주목 교사 화소로 해서, 그 주목 교사 화소에 대해서, 학생 화상으로부터, 도 4에 도시되는 바와 같은, 도 3의 클래스 템 추출부(551)가 추출하는 클래스 템과 동일한 템 구조의 클래스 템을 추출하고, ADRC 처리부(613)에 공급한다.

<244>

<244> ADRC 처리부(613)는, 클래스 템 추출부(551)로부터 공급되는 클래스 템을 구성하는 화소의 화소값에 대해서, ADRC 처리 등을 행하고, 그 결과 얻어지는 ADRC 코드를, 클래스 템의 특징으로서 검출한다. ADRC 처리부(613)는, 그 ADRC 코드에 의거해서 클래스를 결정하고, 그 클래스를 정규 방정식 생성부(615)에 공급한다.

<245>

<245> 예측 템 추출부(614)는, 도 3의 예측 템 추출부(556)와 마찬가지로 구성된다. 예측 템 추출부(614)는, 대역 제한 필터(611)로부터 공급되는 학생 화상으로부터, 도 5에 도시되는 바와 같은, 주목 교사 화소의 화소값을 예측하는데 이용하는 학생 화상을 구성하는 화소를, 예측 템으로서 추출한다. 예측 템 추출부(556)는, 예측 템을 정규 방정식 생성부(615)에 공급한다.

<246>

<246> 정규 방정식 생성부(615)는, 입력된 교사 화상과, 예측 템 추출부(614)로부터 공급되는 예측 템의 페어(pair; 쌍)를, 예측 계수 w_n 의 학습에 이용되는 학습쌍(學習對)으로 해서, ADRC 처리부(613)로부터 공급되는 클래스마다, 또한 외부로부터 입력되는 파라미터 h와 v의 조합마다, 상술한 식 (8)의 정규 방정식을 세우면, 그 정규 방정식을 예측 계수 생성부(616)에 공급한다.

<247>

<247> 예측 계수 생성부(616)는, 정규 방정식 생성부(615)로부터 공급되는 클래스마다의 정규 방정식을 푸는 것에 의

해, 예측 오차를 통계적으로 최소로 하는 예측 계수 W_n 을, 파라미터 h 와 v 의 조합마다, 또한 클래스마다 구해서, 정규 방정식 생성부(617)에 공급한다.

<248> 정규 방정식 생성부(617)는, 예측 계수 생성부(616)로부터의 예측 계수 W_{vhn} 에 의거해서, 상술한 식 (17)의 정규 방정식을 클래스마다 생성하고, 계수종 결정부(618)에 출력한다. 계수종 결정부(618)는, 클래스마다의 식 (17)의 정규 방정식을 풀고, 클래스마다의 계수종 $w_{n,k}$ 를 구해서 계수종 메모리(619)에 격납한다. 이 계수종 메모리(619)에 격납된 계수종은, 도 3의 계수종 메모리(553)에 격납된다.

<249> 다음에, 도 8을 참조해서, 교사 화상과 학생 화상의 화소의 위치 관계를 설명한다.

<250> 도 8에서, 마름모꼴(菱形; rhomboid)은 교사 화상의 화소를 나타내고, 흰 동그라미는 학생 화상의 화소를 나타내고 있다. 또, 도면중 횡축(橫軸)은 수평 방향의 위치를 나타내고, 종축(縱軸)은 수직 방향의 위치를 나타낸다.

<251> 도 8에 도시되는 바와 같이, 교사 화상과 학생 화상의 화소의 수평 방향 및 수직 방향의 위치는 동일하게 되어 있다. 즉, 교사 화상과 학생 화상은 동위상(同位相)이다.

<252> 다음에, 도 9의 플로차트를 참조해서, 도 7의 학습 장치(601)의 학습 처리에 대해서 설명한다.

<253> 처음에, 스텝 S601에서, 대역 제한 필터(611)는, 입력된 파라미터 h 와 v 에 따라서, 입력된 교사 화상의 수직 방향 및 수평 방향의 대역을 각각 제한하는 필터 처리를 행하는 것에 의해, 입력된 교사 화상으로부터 학생 화상을 생성하고, 클래스 템 추출부(612)와 예측 템 추출부(614)에 공급한다.

<254> 스텝 S602에서, 클래스 템 추출부(612)는, 도 3의 클래스 템 추출부(551)와 마찬가지로, 교사 화상을 구성하는 화소 중의 하나를 주목 교사 화소로서 선택한다.

<255> 스텝 S603에서, 클래스 템 추출부(612)는, 클래스 템 추출부(551)와 마찬가지로, 학생 화상으로부터, 도 4에 도시되는 바와 같은 클래스 템을 추출하고, ADRC 처리부(613)에 공급한다.

<256> 스텝 S604에서, ADRC 처리부(613)는, 클래스 템을 구성하는 화소의 화소값에 대해서, ADRC 처리를 행한다. 스텝 S605에서, ADRC 처리부(613)는, ADRC 처리의 결과 얻어지는 ADRC 코드에 의거해서, 클래스를 결정하고, 그 클래스를 정규 방정식 생성부(615)에 공급한다.

<257> 스텝 S606에서, 예측 템 추출부(614)는, 도 3의 예측 템 추출부(556)와 마찬가지로, 주목 교사 화소에 대해서, 대역 제한 필터(611)로부터 공급되는 학생 화상으로부터, 도 5에 도시되는 바와 같은 예측 템을 추출하고, 정규 방정식 생성부(615)에 공급한다.

<258> 스텝 S607에서, 정규 방정식 생성부(615)는, 입력되는 교사 화상으로부터 주목 교사 화소를 추출하고, 그 주목 교사 화소와, 예측 템 추출부(614)로부터 공급되는 주목 교사 화소에 대해서 구성된 예측 템을 구성하는 학생 화상을 대상으로 한 식 (8)의 더해넣기(足入; addition; 더하기, 가산)를, 파라미터 h 및 v 의 조합마다, 또한 ADRC 처리부(613)로부터 공급되는 클래스마다 행한다.

<259> 스텝 S608에서, 클래스 템 추출부(612)는, 입력되는 모든 교사 화상을 주목 교사 화소로 했는지 여부를 판정한다. 스텝 S608에서, 아직 모든 교사 화상의 화소를 주목 교사 화소로 하고 있지 않다고 판정된 경우, 스텝 S609에서, 클래스 템 추출부(612)는, 교사 화상의 화소 중, 아직 주목 교사 화소로 하고 있지 않은 것을, 새롭게 주목 교사 화소로서 결정한다. 그리고, 처리는 스텝 S603으로 되돌아가고, 이하, 마찬가지 처리가 되풀이된다.

<260> 한편, 스텝 S608에서, 모든 교사 화상의 화소를 주목 교사 화소로 했다고 판정된 경우, 스텝 S610에서, 정규 방정식 생성부(615)는, 지금까지의 처리에 의해서 얻어진 파라미터 h 및 v 의 조합마다, 또한 클래스마다의 식 (8)에서의 좌변(左邊)의 행렬(行列; matrix)과 우변(右邊)의 벡터를, 정규 방정식으로서 예측 계수 생성부(616)에 공급한다.

<261> 스텝 S611에서, 예측 계수 생성부(616)는, 정규 방정식 생성부(615)로부터 공급되는, 파라미터 h 및 v 의 조합마다, 또한 클래스마다의 식 (8)에서의 좌변의 행렬과 우변의 벡터에 의해서 구성되는 클래스마다의 정규 방정식을 풀고, 파라미터 h 및 v 의 조합마다, 또한 클래스마다의 예측 계수 W_{vhn} 을 구해서, 정규 방정식 생성부(617)에 출력한다.

- <262> 스텝 S612에서, 정규 방정식 생성부(617)는, 예측 계수 W_{vhn} 에 의거해서, 식 (17)의 정규 방정식을 클래스마다 생성하고, 계수종 결정부(618)에 출력한다.
- <263> 스텝 S613에서, 계수종 결정부(618)는, 식 (17)의 정규 방정식을 풀고, 클래스마다의 계수종 $w_{n,k}$ 를 구한다. 계수종 메모리(619)는, 스텝 S614에서, 그 계수종 $w_{n,k}$ 를 기억한다. 이 계수종이 도 3의 계수종 메모리(553)에 기억된다.
- <264> 이상과 같이, 자연화상 예측부(131)는, 자연 화상을 이용한 학습에 의해 획득된 계수종에 의해 생성된 예측 계수 W_n 을 이용해서, 자연 고품질 화상을 예측하므로, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상 중의 자연 화상의 품질을 적확하게 높일 수가 있다.
- <265> 또, 자연화상 예측부(131)는, 클래스 템을 구성하는 화소의 화소값을, 클래스 템의 과정의 특징으로 해서, 그 특징에 따라서, 주목 화소를 클래스로 분류하므로, 자연 화상의 주목 화소를, 적확하게 분류할 수가 있다. 그 결과, 자연화상 예측부(131)는, 이 클래스마다 학습에 의해 획득된 계수종에 의해 생성된 예측 계수를 이용해서, HD 화상으로부터 자연 고품질 화상을 예측하는 것에 의해, 자연 화상에 포함되는 노이즈 등을 보다 적확하게 제거하고, 보다 고품질의 자연 고품질 화상을 출력할 수가 있다.
- <266> 도 10에는, 도 1의 인공화상 예측부(132)의 제1 실시형태의 상세 구성예를 도시하고 있다.
- <267> 도 10의 인공화상 예측부(132)는, 클래스 분류부(651), 계수종 메모리(652), 예측 계수 생성부(653), 예측 계수 메모리(654), 및 예측부(655)에 의해 구성되고, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 프로그래시브 방식의 HD 화상으로부터, 그 HD 화상 중의 인공 화상으로부터 노이즈 등을 제거해서, 고품질로 한 인공 고품질 화상을 예측한다.
- <268> 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상은, 클래스 분류부(651)와 예측부(655)에 입력된다. 클래스 분류부(651)는, 그 HD 화상에 의해 구해지는 인공 고품질 화상을 구성하는 화소를, 순차, 주목 화소로 하고, 그 주목 화소를, HD 화상의 위상의 특징에 따라서, 몇개의 클래스 중의 어느것인가(any)의 클래스로 분류한다. 클래스 분류부(651)는, 분류된 클래스를 예측 계수 메모리(654)에 공급한다.
- <269> 계수종 메모리(652)는, 예를 들면 ROM(Read Only Memory) 등에 의해 구성되고, 도 17 내지 도 19를 참조해서 후술하는 학습에 의해 획득된 클래스마다의 계수종을 격납하고 있다.
- <270> 예측 계수 생성부(653)는, 유저에 의해 입력되는 파라미터 h 와 v 를 포함하는 식 (9)의 다항식을 이용해서, 계수 종 메모리(652)로부터 판독출력된 계수종 $w_{n,k}$ 로부터 예측 계수 W_n 을 생성하고, 예측 계수 메모리(654)에 기억시킨다.
- <271> 예측 계수 메모리(654)는, 클래스 분류부(651)로부터 공급되는 클래스에 의거해서, 그 클래스의 예측 계수 W_n 을 판독출력하고, 예측부(655)에 공급한다.
- <272> 예측부(655)는, HD 화상과, 예측 계수 메모리(654)로부터 공급되는 예측 계수 W_n 을 이용해서, 주목 화소의 참값의 예측값을 구하는 소정의 예측 연산을 행한다. 이것에 의해, 예측부(655)는, 주목 화소의 화소값의 예측값, 즉 인공 고품질 화상을 구성하는 화소의 화소값을 구해서, 도 1의 합성부(133)에 출력한다.
- <273> 도 11은, 도 10의 클래스 분류부(651)의 상세 구성예를 도시하는 블록도이다.
- <274> 도 11의 클래스 분류부(651)는, 클래스 템 추출부(671), 차분 산출부(672), 및 ADRC 처리부(673)에 의해 구성된다.
- <275> 클래스 템 추출부(671)는, 주목 화소를 클래스로 분류하기 위해서 이용하는 HD 화상을 구성하는 화소의 몇개인가를, 클래스 템으로서 추출하고, 차분 산출부(672)에 공급한다.
- <276> 차분 산출부(672)는, 클래스 템 추출부(671)로부터 공급되는 클래스 템을 구성 화소 중의, 인접하는 2개의 화소 끼리(이하, 인접 화소라고 칭한다)의 화소값의 차분의 절대값(이하, 인접 차분 절대값이라고 칭한다)을, 클래스 템의 위상의 특징으로서, 인접 화소마다 산출한다. 차분 산출부(672)는, 각 인접 화소의 인접 차분 절대값을, ADRC 처리부(673)에 공급한다.
- <277> ADRC 처리부(673)는, 차분 산출부(672)로부터 공급되는 인접 차분 절대값에 대해서, 1비트 ADRC 처리를 행한다.

구체적으로는, ADRC 처리부(673)는, 클래스 템의 인접 차분 절대값을, 그 최대값 MAX와 최소값 MIN과의 평균값으로 계산하고, 그 계산 결과의 소수점 이하를 잘라버리는(절사하는) 것에 의해, 인접 차분 절대값을 1비트로 한다. 즉, ADRC 처리부(673)는, 인접 차분 절대값을 2값화한다.

<278> 그리고, ADRC 처리부(673)는, 그 1비트의 화소값을 소정의 순번으로 늘어놓은 비트열을, 주목 화소의 클래스로서 결정한다. 따라서, 클래스는, 클래스 템내의 에지의 위치를 나타내는 위상 정보로 된다. 즉, 클래스는, 클래스 템의 위상을 축퇴(縮退; degenerate)한 값으로 된다. ADRC 처리부(673)는, 결정된 클래스를, 도 10의 예측 계수 메모리(654)에 공급한다.

<279> 이상과 같이, 클래스 분류부(651)는, 각 인접 화소의 인접 차분 절대값을, 클래스 템의 위상의 특징으로서, 그 위상의 특징에 따라서, 주목 화소를 클래스로 분류한다.

<280> 도 12에는, 도 11의 클래스 템 추출부(671)에 의해 추출되는 클래스 템의 템 구조의 예를 도시하고 있다. 또한, 클래스 템의 템 구조는, 도 12에 도시되어 있는 것 이외의 구조로 하는 것도 가능하다.

<281> 도 12에서는, 도 1의 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상 중의, 주목 화소에 대응하는 화소 p124와, 그 화소의 윗방향(上方向), 왼쪽방향(左方向), 오른쪽방향(右方向), 아래방향(下方向)으로 각각 인접하는 2화소 p120, p121, p122, p123, p125, p126, p127, p128로, 말하자면 십자 형상의 클래스 템이 구성되어 있다.

<282> 도 11의 차분 산출부(672)는, 클래스 템을 구성하는 9개의 화소 p120 내지 p128 중의, 인접 화소인 화소 p120과 p121, p121과 p124, p122와 p123, p123과 p124, p124와 p125, p125와 p126, p124와 p127, p127와 p128의 8개의 인접 차분 절대값 d0 내지 d7을 산출하고, ADRC 처리부(673)에 공급한다. 그 결과, ADRC 처리부(673)로부터 8비트로 나타내어지는 클래스가 출력된다.

<283> 도 13은, 도 10의 예측부(655)의 상세 구성예를 도시하는 블록도이다.

<284> 도 13의 예측부(655)는, 예측 템 추출부(691)와 예측 연산부(692)로 구성된다.

<285> 예측 템 추출부(691)는, 주목 화소의 화소값을 예측하는데 이용하는 HD 화상을 구성하는 화소를, 예측 템으로서 추출한다.

<286> 구체적으로는, 예측 템 추출부(691)는, 주목 화소에 대응하는 HD 화상의 화소, 예를 들면 주목 화소에 대해서 공간적으로 가장 가까운 위치에 있는 HD 화상의 화소에 대해서, 공간적으로 가까운 위치에 있는 복수의 화소를, HD 화상으로부터, 예측 템으로서 추출한다. 예측 템 추출부(691)는, 예측 템을 예측 연산부(692)에 공급한다.

<287> 또한, 예측 템과 클래스 템은, 동일한 템 구조를 가지는 것으로 하는 것도, 다른 템 구조를 가지는 것으로 하는 것도 가능하다.

<288> 예측 연산부(692)에는, 예측 템 추출부(691)로부터 공급되는 예측 템 이외에, 도 10의 예측 계수 메모리(654)로부터 예측 계수가 공급된다. 예측 연산부(692)는, 그 예측템과 예측 계수를 이용해서, 주목 화소의 참값의 예측값을 구하는, 식 (1)로 나타낸 예측 연산을 행한다. 이것에 의해, 예측 연산부(692)는, 주목 화소의 화소값의 예측값, 즉 인공 고품질 화상을 구성하는 화소의 화소값을 구해서, 도 1의 합성부(133)에 출력한다.

<289> 도 14에는, 도 13의 예측 템 추출부(691)에 의해 추출되는 예측 템의 템 구조의 예를 도시하고 있다. 또한, 예측 템의 템 구조는, 도 14에 도시되어 있는 것 이외의 구조로 하는 것도 가능하다.

<290> 도 14에서는, 13개의 화소로, 예측 템이 구성되어 있다. 즉, 도 14에서는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상 중의, 주목 화소에 대응하는 화소 p146을 중심으로 해서 세로 방향으로 늘어서는 5화소 p140, p142, p146, p150, p152, 주목 화소에 대응하는 화소 p146의 왼쪽과 오른쪽으로 인접하는 화소 p145, p147 각각을 중심으로 해서 세로 방향으로 늘어서는 3화소 p141, p145, p149, p143, p147, p151, 및 주목 화소에 대응하는 화소 p146으로부터 왼쪽과 오른쪽으로 2화소만큼 떨어진(離; away) 화소 p144, p148로, 대략 마름모꼴 형상의 예측 템이 구성되어 있다.

<291> 다음에, 도 15를 참조해서, 도 10의 인공화상 예측부(132)가 행하는 도 2의 스텝 S5의 인공화상 예측 처리의 상세를 설명한다.

<292> 처음에, 스텝 S701에서, 클래스 분류부(651)는, 구하는 인공 고품질 화상을 구성하는 화소 중의 소정의 화소인 주목 화소를, 그 주목 화소에 대응하는 HD 화상의 위상의 특징에 따라서 클래스로 분류하는 클래스 분류 처리를

행한다. 이 클래스 분류 처리의 상세는, 도 16을 참조해서 후술한다.

<293> 스텝 S702에서, 계수종 메모리(652)는 계수종 $w_{n, k}$ 를 판독출력하고, 예측 계수 생성부(653)에 출력한다. 스텝 S703에서, 예측 계수 생성부(653)는, 유저에 의해 입력된 파라미터 h 와 v 에 의거해서, 그 파라미터 h 와 v 를 포함하는 식 (9)의 다항식을 이용해서, 계수종 $w_{n, k}$ 로부터 예측 계수 W_n 을 생성하고, 예측 계수 메모리(555)에 공급해서 기억시킨다.

<294> 스텝 S704에서, 예측 계수 메모리(654)는, 클래스 분류부(651)에 의해 분류된 클래스에 의거해서, 그 클래스의 예측 계수 W_n 을 판독출력하고, 예측부(655)의 예측 연산부(692)에 공급한다.

<295> 스텝 S705에서, 예측 템 추출부(691)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상으로부터, 도 14에 도시되는 바와 같은, 주목 화소의 화소값을 예측하는데 이용하는 HD 화상을 구성하는 화소를, 예측 템으로서 추출하고, 예측 연산부(692)에 공급한다.

<296> 스텝 S706에서, 예측 연산부(692)는, 예측 템 추출부(691)로부터 공급되는 예측 템과, 예측 계수 메모리(654)로부터 공급되는 예측 계수 W_n 을 이용해서, 식 (1)로 나타낸 예측 연산을 행하는 것에 의해, 인공 고품질 화상을 구성하는 화소의 화소값을 구한다. 스텝 S707에서, 예측 연산부(692)는, 스텝 S706에서 구해진 인공 고품질 화상을 구성하는 화소의 화소값을, 도 1의 합성부(133)에 출력한다.

<297> 스텝 S708에서, 클래스 분류부(651)는, 인공 고품질 화상을 구성하는 모든 화소를 주목 화소로 했는지 여부를 판정하고, 아직 인공 고품질 화상을 구성하는 모든 화소를 주목 화소로 하고 있지 않다고 판정된 경우, 스텝 S709에서, 클래스 분류부(651)는, 인공 고품질 화상을 구성하는 화소 중, 아직 주목 화소로 하고 있지 않은 것을 새롭게 주목 화소로서 결정하고, 처리를 스텝 S701로 되돌리고, 이하, 마찬가지 처리를 되풀이한다.

<298> 한편, 스텝 S708에서, 클래스 분류부(651)는, 인공 고품질 화상을 구성하는 모든 화소를 주목 화소로 했다고 판정한 경우, 인공화상 예측 처리를 종료한다.

<299> 이상과 같이 해서, 인공화상 예측부(132)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상으로부터, 인공 고품질 화상을 예측하고, 출력한다. 즉, 인공화상 예측부(132)는, HD 화상을 인공 고품질 화상으로 변환하고, 출력한다.

<300> 다음에, 도 16의 플로차트를 참조해서, 도 15의 스텝 S701의 클래스 분류 처리에 대해서 설명한다.

<301> 스텝 S721에서, 클래스 분류부(651)의 클래스 템 추출부(671)(도 11)는, 도 12에 도시되는 바와 같은, 주목 화소의 클래스 분류를 행하는데 이용하는 HD 화상을 구성하는 화소의 몇개인가를, 클래스 템으로서 추출하고, 차분 산출부(672)에 공급한다.

<302> 스텝 S722에서, 차분 산출부(672)는, 클래스 템 추출부(671)로부터 공급되는 클래스 템을 구성하는 화소 중의, 각 인접 화소의 인접 차분 절대값을 산출하고, 각 인접 화소의 인접 차분 절대값을 ADRC 처리부(673)에 공급한다.

<303> 스텝 S723에서, ADRC 처리부(673)는, 차분 산출부(672)로부터 공급되는 인접 차분 절대값에 대해서, 1비트 ADRC 처리를 행한다. ADRC 처리부(673)는, 그 결과 얻어지는 비트열을, 클래스로서 결정하는 것에 의해, 주목 화소를 클래스로 분류한다. 그리고, ADRC 처리부(673)는, 그 클래스를 도 10의 예측 계수 메모리(654)에 공급한다. 그 후, 처리는 도 15의 스텝 S701로 되돌아간다(리턴한다).

<304> 도 17은, 도 10의 계수종 메모리(652)에 격납되는 계수종을 구하는 학습을 행하는 학습 장치(811)의 구성예를 도시하는 블록도이다.

<305> 도 17의 학습 장치(811)는, 학생 화상 생성부(821), 클래스 분류부(822), 생성부(823), 계수 생성부(824), 정규 방정식 생성부(825), 계수종 결정부(826), 및 계수종 메모리(827)에 의해 구성된다.

<306> 이 학습 장치(811)는, 상술한 자연화상 예측부(131)의 계수종 메모리(553)(도 3)에 격납되는 계수종 $w_{n, k}$ 의 학습과 마찬가지로, 계수종을 학습한다. 즉, 학습 장치(811)는, 교사 화상으로서, 예측 처리후의 목표의 인공 화상에 상당하는 HD 화상을 채용하고, 학생 화상으로서, 예측 처리가 행해지기 전의 인공 화상에 상당하는 HD 화상을 채용하며, 유저의 지시에 의거해서 외부로부터 입력되는 파라미터 h 와 v 의 조합마다, 또한 클래스마다 상술한 식 (8)의 정규 방정식을 세워서 푸는 것에 의해, 파라미터 h 와 v 의 조합마다, 또한 클래스마다의 예측

계수 W_n 인 예측 계수 W_{vhn} 을 구한다.

<307> 그리고, 이 예측 계수 W_{vhn} 에 의해 클래스마다 생성되는 상술한 식 (17)의 정규 방정식을 푸는 것에 의해, 클래스마다의 계수종 $w_{h,k}$ 가 생성되고, 기억된다.

<308> 학습 장치(811)에는, 도시하지 않은 데이터베이스로부터 판독출력된 교사 화상이 복수 입력되고, 그 교사 화상은, 학생 화상 생성부(821)와 생성부(823)에 공급된다. 또, 학습 장치(811)에는, 파라미터 h 및 v 가 입력되고, 학생 화상 생성부(821), 및 생성부(823)에 공급된다.

<309> 학생 화상 생성부(821)는, 예를 들면 로우 패스 필터 등에 의해 구성되고, 파라미터 h 및 v 에 따라서, 도시하지 않은 데이터베이스로부터 취득된 인공 화상인 교사 화상의 품질을 열화(劣化; decrease)시키는 것에 의해, 파라미터 h 및 v 의 조합마다의 학생 화상을 생성한다. 학생 화상 생성부(821)는, 그 학생 화상을 클래스 분류부(822)와 생성부(823)에 공급한다.

<310> 클래스 분류부(822)는, 인공화상 예측부(132)의 도 11의 클래스 분류부(651)와 마찬가지로 구성된다. 클래스 분류부(822)는, 교사 화상을 구성하는 화소를, 순차, 주목 교사 화소로 해서, 그 주목 교사 화소에 대해서, 학생 화상으로부터, 도 11의 클래스 템 추출부(671)가 추출하는 클래스 템(도 12)과 동일한 템 구조의 클래스 템을 추출한다.

<311> 그리고, 클래스 분류부(822)는, 클래스 템을 구성하는 화소 중의 각 인접 화소의 인접 차분 절대값을 산출하고, 그 인접 차분 절대값에 대해서, 1비트 ADRC 처리를 행한다. 클래스 분류부(822)는, 그 결과 얻어지는 비트열을, 주목 교사 화소의 클래스로서 결정하고, 생성부(823)에 공급한다.

<312> 생성부(823)는, 교사 화상과, 학생 화상 생성부(821)로부터 공급되는 학생 화상의 페어를, 예측 계수의 학습에 이용되는 학습쌍으로 해서, 외부로부터 입력되는 파라미터 h 와 v 의 조합마다, 또한 클래스 분류부(822)로부터 공급되는 클래스마다, 식 (8)로 나타낸 정규 방정식을 세우면, 그 정규 방정식을, 계수 생성부(824)에 공급한다.

<313> 계수 생성부(824)는, 생성부(823)로부터 공급되는, 파라미터 h 와 v 의 조합마다, 또한 클래스마다의 정규 방정식을 푸는 것에 의해, 예측 계수 W_{vhn} , 파라미터 h 와 v 의 조합마다, 또한 클래스마다 구해서 정규 방정식 생성부(825)에 출력한다.

<314> 정규 방정식 생성부(825)는, 예측 계수 W_{vhn} 에 의거해서 식 (17)의 정규 방정식을 클래스마다 생성하고, 계수종 결정부(826)에 출력한다. 계수종 결정부(826)는, 정규 방정식을 푸는 것에 의해, 계수종 $w_{n,k}$ 를 구하고, 계수종 메모리(827)에 격납한다. 계수종 메모리(827)에 격납된 계수종 $w_{n,k}$ 는, 도 10의 계수종 메모리(652)에 격납된다.

<315> 도 18은, 도 17의 생성부(823)의 상세 구성예를 도시하는 블록도이다.

<316> 도 18의 생성부(823)는, 예측 템 추출부(831)와 정규 방정식 생성부(832)에 의해 구성된다.

<317> 생성부(823)에 공급되는 학습쌍의 학생 화상은, 예측 템 추출부(831)에 공급되고, 교사 화상은, 정규 방정식 생성부(832)에 공급된다.

<318> 예측 템 추출부(831)는, 학습쌍의 교사 화상을 구성하는 화소를, 순차, 주목 교사 화소로 하고, 그 주목 교사 화소에 대해서, 학습쌍의 학생 화상으로부터, 도 13의 예측 템 추출부(691)가 추출하는 예측 템(도 14)과 동일한 템 구조의 예측 템을 추출하고, 정규(분)편정도식 생성부(832)에 공급한다.

<319> 정규 방정식 생성부(832)는, 교사 화상으로부터, 주목 교사 화소를 추출하고, 그 주목 교사 화소와, 예측 템 추출부(831)로부터 공급되는 주목 교사 화소에 대해서 구성된 예측 템을 구성하는 학생 화상을 대상으로 한 더해 넣기를, 외부로부터 입력되는 파라미터 h 와 v 의 조합마다, 또한 클래스 분류부(822)로부터 공급되는 클래스마다 행한다.

<320> 그리고, 정규 방정식 생성부(832)는, 학습 장치(811)에 입력되는 모든 교사 화상의 화소를 주목 교사 화소로 해서, 상술한 더해넣기를 행하는 것에 의해, 각 클래스에 대해서, 식 (8)로 나타낸 정규 방정식을 세우면, 그 정규 방정식을, 도 17의 계수 생성부(824)에 공급한다.

- <321> 다음에, 도 19의 플로차트를 참조해서, 도 17의 학습 장치(811)의 학습 처리에 대해서 설명한다.
- <322> 처음에, 스텝 S741에서, 학생 화상 생성부(821)는, 외부로부터 입력된 파라미터 h 와 v 에 따라서, 입력된 교사 화상으로부터 학생 화상을 생성하고, 클래스 분류부(822)와 생성부(823)에 공급한다.
- <323> 스텝 S742에서, 클래스 분류부(822)는, 도 16의 클래스 분류 처리와 마찬가지로, 교사 화상 중의 소정의 화소인 주목 교사 화소를, 그 주목 교사 화소에 대응하는 학생 화상의 특징에 따라서, 클래스로 분류하는 클래스 분류 처리를 행한다. 클래스 분류부(822)는, 결정된 클래스를 생성부(823)의 정규 방정식 생성부(832)(도 18)에 공급한다.
- <324> 스텝 S743에서, 도 18의 예측 템 추출부(831)는, 주목 교사 화소에 대해서, 학생 화상 생성부(821)로부터 공급되는 학생 화상으로부터, 예측 템을 추출하고, 정규 방정식 생성부(832)에 공급한다.
- <325> 스텝 S744에서, 정규 방정식 생성부(832)는, 입력되는 교사 화상으로부터 주목 교사 화소를 추출하고, 그 주목 교사 화소와, 예측 템 추출부(831)로부터 공급되는 주목 교사 화소에 대해서 구성된 예측 템을 구성하는 학생 화상을 대상으로 한 식 (8)의 더해넣기를, 파라미터 h 및 v 의 조합마다, 또한 클래스 분류부(822)로부터 공급되는 클래스마다 행한다.
- <326> 스텝 S745에서, 클래스 분류부(822)는, 입력되는 모든 교사 화상의 화소를 주목 교사 화소로 했는지 여부를 판정한다. 스텝 S745에서, 아직 모든 교사 화상의 화소를 주목 교사 화소로 하고 있지 않다고 판정된 경우, 스텝 S746에서, 클래스 분류부(822)는, 아직 주목 교사 화소로 하고 있지 않은 교사 화상의 화소를, 새롭게 주목 교사 화소로서 결정한다. 그리고, 처리는 스텝 S742로 되돌아가고, 이하, 마찬가지 처리가 되풀이된다.
- <327> 한편, 스텝 S745에서, 모든 교사 화상의 화소를 주목 교사 화소로 했다고 판정된 경우, 스텝 S747에서, 정규 방정식 생성부(832)는, 지금까지의 처리에 의해서 얻어진 파라미터 h 및 v 의 조합마다, 또한 클래스마다의 식 (8)에서의 좌변의 행렬과 우변의 벡터를, 정규 방정식으로서 계수 생성부(824)에 공급한다.
- <328> 스텝 S748에서, 계수 생성부(824)는, 생성부(823)로부터 공급되는, 파라미터 h 및 v 의 조합마다, 또한 클래스마다의 식 (8)에서의 좌변의 행렬과 우변의 벡터에 의해서 구성되는 정규 방정식을 풀고, 파라미터 h 및 v 의 조합마다, 또한 클래스마다의 예측 계수 W_{hn} 을 구하고, 정규 방정식 생성부(825)에 출력한다.
- <329> 스텝 S749에서, 정규 방정식 생성부(825)는, 예측 계수 W_{vhn} 에 의거해서 식 (17)의 정규 방정식을 클래스마다 생성하고, 계수종 결정부(826)에 출력한다. 스텝 S750에서, 계수종 결정부(826)는, 클래스마다의 식 (17)의 정규 방정식을 풀고, 클래스마다의 계수종 $w_{n,k}$ 를 구한다. 스텝 S751에서, 계수종 메모리(827)는, 계수종 $w_{n,k}$ 를 기억한다. 이 계수종이 도 10의 계수종 메모리(652)에 기억된다.
- <330> 이상과 같이, 인공화상 예측부(132)는, 인공 화상을 이용한 학습에 의해 획득된 계수종에 의해 생성되는 예측 계수를 이용해서, 인공 고품질 화상을 예측하므로, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상 중의 인공 화상의 품질을 적확하게 높일 수가 있다.
- <331> 또, 인공화상 예측부(132)는, 클래스 템의 에지의 위치를 위상의 특징으로 해서, 그 특징에 따라서, 주목 화소를 클래스로 분류하므로, 계조가 적고, 위상 정보가 뚜렷한 인공 화상의 주목 화소를, 적확하게 분류할 수가 있다. 그 결과, 인공화상 예측부(132)는, 이 클래스마다 학습에 의해 획득된 계수종에 의해 생성되는 예측 계수를 이용해서, HD 화상으로부터 인공 고품질 화상을 예측하는 것에 의해, 인공 화상에 포함되는 노이즈 등을 보다 적확하게 제거하고, 보다 고품질의 인공 고품질 화상을 출력할 수가 있다.
- <332> 다음에, 도 20을 참조해서, 자연화상 인공화상 판정부(114)의 상세 구성예에 대해서 설명한다. 자연화상 인공화상 판정부(114)는, 광역 특징량 추출부(911), 광역 인공화상도 산출부(912), 인공화상도 생성부(913), 협역 특징량 추출부(914), 및 협역 인공화상도 산출부(915)에 의해 구성된다.
- <333> 광역 특징량 추출부(911)는, BEP(Broad Edge Parameter) 추출부(931), BFP(Broad Flat Parameter) 추출부(932), 및 특징량 합성부(933)에 의해 구성되고, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상의 각 화소로부터 광역 특징량을 추출해서 광역 인공화상도 산출부(912)에 공급한다.
- <334> BEP 추출부(931)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상의 각 화소에 대해서, 주목 화소에 대응해서 설정되는 참조 영역의 화소의 화소값의 다이나믹 레인지에 의거해서 얻어지는 값을 광역 특징량을 구성하는 특징량 BEP로서 추출하고, BFP 추출부(932) 및 특징량 합성부(933)에 공급한다. 또한, BEP 추출부(931)의 상세

한 구성예에 대해서는, 도 21을 참조해서 후술한다. 또, 이후, 참조 영역의 화소, 및 특징량 BEP에 대해서는, 단지 참조 화소, 및 BEP라고도 칭한다. 또, 이후의 설명에서, 주목 화소라 함은, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상의 화소로서, 자연화상 인공화상 판정부(114)에서의 처리 대상으로 되는 화소이다.

<335> BFP 추출부(932)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상의 각 화소에 대해서, 주목 화소에 대응해서 설정되는 참조 화소의 인접하는 화소간의 화소값의 차분 절대값 및 BEP에 의거해서 얻어지는 값을, 광역 특징량을 구성하는 특징량 BFP로서 추출하고, 특징량 합성부(933)에 공급한다. 또한, BFP 추출부(932)의 상세한 구성 예에 대해서는, 도 22를 참조해서 후술한다. 또, 이후, 특징량 BFP에 대해서는, 단지 BFP라고도 칭한다.

<336> 특징량 합성부(933)는, BEP 추출부(931)로부터 공급되어 오는 BEP 및 BFP 추출부(932)로부터 공급되어 오는 BFP를 합성하고, 광역 특징량을 생성해서 광역 인공화상도 산출부(912)에 공급한다. 즉, 광역 특징량은, 상술한 BEP 및 BFP라고 하는 2종류의 특징량으로 구성되고, 주목 화소가 속하는 넓은 범위의 화상의 특징을 나타내는 특징량이다.

<337> 광역 인공화상도 산출부(912)는, 특징량 분리부(951), 광역 경계선 비교부(952), 광역 경계선 메모리(953), 및 내분(內分; dividing point) 계산부(954)로 구성되고, 광역 특징량 추출부(911)로부터 공급되어 오는 광역 특징량에 의거해서, 광역 인공화상도 Art_n를 산출하고, 인공화상도 생성부(913)에 공급한다.

<338> 특징량 분리부(951)는, 광역 특징량 추출부(911)로부터 공급되어 오는 광역 특징량을 구성하는 특징량을 분리해서, 각각 광역 경계선 비교부(952)에 공급한다. 즉, 이 예에서는, 광역 특징량은, BEP 및 BFP이므로, 특징량 분리부(951)는, BEP 및 BFP를 각각 분리해서 광역 경계선 비교부(952)에 공급한다.

<339> 광역 경계선 비교부(952)는, 특징량 분리부(951)로부터 공급되어 오는 2종류의 특징량의 값에 의거해서, 미리 복수의 인공 화상 및 자연 화상으로부터 통계적으로 구해지고 있으며, 광역 경계선 메모리(953)에 기억되어 있는 인공 화상 또는 자연 화상의 어느것인가에 속하는지를 나타내는 광역 경계선과 비교하며, 비교 결과를 내분 계산부(954)에 공급한다.

<340> 내분 계산부(954)는, 광역 경계선 비교부(952)로부터 공급되어 오는 비교 결과에 의거해서, 광역 특징량에 대응하는 광역 인공화상도 Art_n를 계산해서 인공화상도 생성부(913)에 공급한다.

<341> 협역 특징량 추출부(914)는, PNDP(Primary Narrow Discrimination Parameter) 추출부(971), SNDP(Secondary Narrow Discrimination Parameter) 추출부(972), 및 특징량 합성부(973)로 구성되고, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상의 각 화소로부터 협역 특징량을 추출해서 협역 인공화상도 산출부(915)에 공급한다.

<342> PNDP 추출부(971)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상의 각 화소에 대해서, 주목 화소에 대응해서 설정되는 참조 영역에 포함되는 장(長; long)탭 영역의 화소의 화소값의 다이나믹 레인지에 의거해서 얻어지는 값을 협역 특징량을 구성하는 특징량 PNDP로서 추출하고, SNDP 추출부(972) 및 특징량 합성부(973)에 공급한다. 또한, PNDP 추출부(971)의 상세한 구성 예에 대해서는, 도 23을 참조해서 후술한다. 또, 이후, 단지, 특징량 PNDP는, 단지, PNDP라고도 칭한다.

<343> SNDP 추출부(972)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상의 각 화소에 대해서, 주목 화소에 대응해서 설정되는 참조 영역에 포함되는 장탭 영역에 내포(內包)되는 단(短; short)탭 영역의 화소의 화소값의 다이나믹 레인지 및 PNDP에 의거해서 얻어지는 특징량 SNDP를 협역 특징량을 구성하는 특징량으로서 추출하고, 특징량 합성부(973)에 공급한다. 또한, SNDP 추출부(972)의 상세한 구성 예에 대해서는, 도 24를 참조해서 후술한다. 또, 이후, 특징량 SNDP에 대해서는, 단지, SNDP라고도 칭한다.

<344> 특징량 합성부(973)는, PNDP 추출부(971)로부터 공급되어 오는 PNDP 및 SNDP 추출부(972)로부터 공급되어 오는 SNDP를 합성하고, 협역 특징량을 생성해서 협역 인공화상도 산출부(915)에 공급한다. 즉, 협역 특징량이라 함은, 상술한 PNDP 및 SNDP라고 하는 2종류의 특징량으로 구성되는 특징량이며, 주목 화소가 속하는 좁은 범위의 화상의 특징을 나타내는 특징량이다.

<345> 협역 인공화상도 산출부(915)는, 특징량 분리부(991), 협역 경계선 비교부(992), 협역 경계선 메모리(993), 및 내분 계산부(994)로 구성되고, 협역 특징량 추출부(914)로부터 공급되어 오는 협역 특징량에 의거해서, 협역 인공화상도 Art_n을 산출하고, 인공화상도 생성부(913)에 공급한다.

<346> 특징량 분리부(991)는, 협역 특징량 추출부(914)로부터 공급되어 오는 협역 특징량을 구성하는 특징량을 분리해서, 각각 협역 경계선 비교부(992)에 공급한다. 즉, 이 예에서는, 협역 특징량은, PNDP 및 SNDP이므로, 특징

량 분리부(991)는, PNDP 및 SNDP를 각각 분리해서 협역 경계선 비교부(992)에 공급한다.

<347> 협역 경계선 비교부(992)는, 특정량 분리부(991)로부터 공급되어 오는 2종류의 특정량의 값에 의거해서, 미리 복수의 인공 화상 및 자연 화상으로부터 통계적으로 구해지고 있으며, 협역 경계선 메모리(993)에 기억되어 있는 인공 화상 또는 자연 화상의 어느것인가에 속하는지를 나타내는 협역 경계선과 비교하며, 비교 결과를 내분 계산부(994)에 공급한다.

<348> 내분 계산부(994)는, 협역 경계선 비교부(992)로부터 공급되어 오는 비교 결과에 의거해서, 협역 특징량에 대응하는 협역 인공화상도 Art_n을 계산해서 인공화상도 생성부(913)에 공급한다.

<349> 인공화상도 생성부(913)는, 광역 인공화상도 산출부(912)로부터 공급되어 오는 광역 인공화상도 Art_b와, 협역 인공화상도 산출부(915)로부터 공급되어 오는 협역 인공화상도 Art_n을 합성해서, 인공화상도 Art를 생성하여, 화상 처리부(113)에 출력한다.

<350> 다음에, 도 21을 참조해서, BEP 추출부(931)의 상세한 구성예에 대해서 설명한다.

<351> 도 21의 BEP 추출부(931)는, 벼퍼(1011), 참조 화소 추출부(1012), 무게 계산부(1013), 화소간 차분 계산부(1014), 승산부(1015), 축적부(1016), 최대값 최소값 추출부(1017), 및 BEP 계산부(1018)로 구성된다.

<352> 벼퍼(1011)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상을 일시적(一時的)으로 기억하고, 순차 필요에 따라서 참조 화소 추출부(1012)에 공급한다. 참조 화소 추출부(1012)는, 순차, 주목 화소마다 참조 화소를 판독 출력해서 무게 계산부(1013) 및 화소간 차분 계산부(1014)에 공급한다. 여기서, 참조 화소라 함은, 주목 화소에 대응지(對應付)어서 설정되는 소정의 영역 내의 화소를 말하며(의미하며), 예를 들면 주목 화소를 중심으로 한 n화소×n화소의 범위의 모든 화소이다. 또한, 참조 화소에 대해서는, 주목 화소에 대응지어서 설정되는 복수의 화소이면 좋으므로, 그 밖의 수, 또는 배치의 화소이더라도 좋은 것은 말할 필요도 없다(물론이다).

<353> 무게 계산부(1013)는, 참조 화소 추출부(1012)로부터 공급되어 오는 참조 화소마다 주목 화소와의 거리에 따른 무게를 계산하고 승산부(1015)에 공급한다. 화소간 차분 계산부(1014)는, 참조 화소 추출부(1012)로부터 공급되어 오는 참조 화소마다 주목 화소와의 차분값을 구해서 승산부(1015)에 공급한다. 승산부(1015)는, 무게 계산부(1013)로부터 공급되어 오는 무게와, 화소간 차분 계산부(1014)로부터 공급되어 오는 주목 화소와 참조 화소와의 차분값을 승산하고, 축적부(1016)에 축적시킨다.

<354> 최대값 최소값 추출부(1017)는, 축적부(1016)에 축적되어 있는 모든 참조 화소와 주목 화소와의 차분값에, 대응하는 참조 화소와 주목 화소와의 거리에 따른 무게가 곱(乘; 승산)해진 값이 모두 축적되면, 그 중에서 최대값과 최소값을 추출하고, BEP 계산부(1018)에 공급한다. BEP 계산부(1018)는, 최대값 최소값 추출부(1017)로부터 공급되어 오는, 참조 화소와 주목 화소와의 차분값, 즉 참조 화소와 주목 화소와의 차분에 의해 구해지는 차분 다이나믹 레인지에, 대응하는 참조 화소와 주목 화소와의 거리에 따른 무게가 곱해진 값의 차분값을 주목 화소의 BEP로서 출력한다. 또한, 차분 다이나믹 레인지에 무게가 곱해진 값을, 주목 화소로부터의 거리에 따른 다이나믹 레인지, 또는 단지 차분 다이나믹 레인지라고도 칭한다.

<355> 다음에, 도 22를 참조해서, BFP 추출부(932)의 상세한 구성예에 대해서 설명한다.

<356> 도 22의 BFP 추출부(932)는, 벼퍼(1031), 참조 화소 추출부(1032), 인접 화소간 차분 계산부(1033), 함수 변환부(1034), 무게 계산부(1035), 승산부(1036), 축적부(1037), 및 BFP 계산부(1038)로 구성되어 있다.

<357> 벼퍼(1031)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상을 일시적으로 기억하고, 순차 필요에 따라서 참조 화소 추출부(1032)에 공급한다. 참조 화소 추출부(1032)는, 순차, 주목 화소마다 참조 화소를 판독 출력해서 인접 화소간 차분 계산부(1033) 및 무게 계산부(1035)에 공급한다.

<358> 인접 화소간 차분 계산부(1033)는, 참조 화소 추출부(1032)로부터 공급되어 온 모든 참조 화소에 대해서 인접 화소간 차분 절대값을 함수 변환부(1034)에 공급한다. 함수 변환부(1034)는, BEP 추출부(931)로부터 공급되어 오는 BEP에 의거해서, 변환 함수를 설정함과 동시에, 인접 화소간 차분 계산부(1033)로부터 공급되어 오는 인접 화소간 차분 절대값을, 설정한 변환 함수로 변환하고 승산부(1036)에 공급한다.

<359> 무게 계산부(1035)는, 참조 화소 추출부(1032)로부터 공급되어 오는 참조 화소의 화소간의 위치마다, 주목 화소로부터의 거리에 따른 무게를 계산하고 승산부(1036)에 공급한다. 승산부(1036)는, 무게 계산부(1035)로부터 공급되어 오는 무게와, 함수 변환부(1034)로부터 공급되어 오는 함수 변환된 참조 화소간 차분 절대값을 승산하

고, 축적부(1037)에 축적시킨다.

<360> BFP 계산부(1038)는, 축적부(1037)에 축적되어 있는 승산 결과를 누적(累積; cumulatively) 가산하고, 주목 화소의 BFP로서 출력한다.

<361> 다음에, 도 23을 참조해서, PNDP 추출부(971)의 상세한 구성예에 대해서 설명한다.

<362> 도 23의 PNDP 추출부(971)는, 베퍼(1051), 참조 화소 추출부(1052), 장탭 추출부(1053), 화소값 축적부(1054), 최대값 최소값 추출부(1055), 및 PNDP 계산부(1056)로 구성되어 있다.

<363> 베퍼(1051)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상을 일시적으로 기억하고, 순차 필요에 따라서 참조 화소 추출부(1052)에 공급한다. 참조 화소 추출부(1052)는, 순차, 주목 화소마다 참조 화소를 판독출력해서, 장탭 추출부(1053)에 공급한다.

<364> 장탭 추출부(1053)는, 참조 화소 중, 참조 화소의 영역에 포함되는, 즉 참조 화소의 영역과 마찬가지이거나, 또는 그것보다도 작은 영역으로부터 화소를 추출해서 화소값 축적부(1054)에 공급한다. 또, 장탭 추출부(1053)는, 장탭의 정보를 SNDP 추출부(972)의 단탭 추출부(1073)에도 공급한다. 또, 장탭 추출부(1053)는, 장탭에 대해서, 모든 추출이 종료한 단계(段階; when)에서, 그 취지(旨)를 최대값 최소값 추출부(1055)에 공급한다.

<365> 최대값 최소값 추출부(1055)는, 화소값 축적부(1054)에 축적된 장탭의 모든 화소값 중, 최대값과 최소값을 추출해서 PNDP 계산부(1056)에 공급한다.

<366> PNDP 계산부(1056)는, 최대값 최소값 추출부(1055)로부터 공급되어 오는 화소값의 최대값과 최소값과의 차분값으로부터 참조 화소의 화소값 다이나믹 레인지지를 구하고, 주목 화소의 PNDP로서 출력한다. 여기서, 화소값 다이나믹 레인지라 함은, 소정의 영역에 포함되는 모든 화소값의 최대값으로부터 최소값을 뺀 값이다.

<367> 다음에, 도 24를 참조해서, SNDP 추출부(972)의 상세한 구성예에 대해서 설명한다.

<368> 도 24의 SNDP 추출부(972)는, 베퍼(1071), 참조 화소 추출부(1072), 단탭 추출부(1073), 화소값 축적부(1074), 최대값 최소값 추출부(1075), DR 계산부(1076), DR 축적부(1077), 및 SNDP 선택부(1078)로 구성되어 있다.

<369> 베퍼(1071)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상을 일시적으로 기억하고, 순차 필요에 따라서 참조 화소 추출부(1072)에 공급한다. 참조 화소 추출부(1072)는, 순차, 주목 화소마다 참조 화소를 판독출력해서, 단탭 추출부(1073)에 공급한다.

<370> 단탭 추출부(1073)는, 장탭 추출부(1053)로부터 공급되어 오는 장탭의 정보에 의거해서, 주목 화소를 포함하는 영역으로서, 장탭에 포함되는 영역과 마찬가지이거나, 또는 그것보다도 작은, 복수의 영역으로부터 화소를 추출해서 화소값 축적부(1074)에 공급한다. 즉, 장탭이 1개에 대해서, 단탭은, 복수의 패턴이 설정되는 일이 있다. 또, 단탭 추출부(1073)는, 복수의 단탭에 대해서, 모든 패턴에 대해서 추출이 종료한 단계에서, 그 취지를 SNDP 선택부(1078)에 공급한다.

<371> 최대값 최소값 추출부(1075)는, 화소값 축적부(1074)에 축적된, 단탭에 포함되는 모든 화소값 중, 최대값과 최소값을 추출해서 DR 계산부(1076)에 공급한다.

<372> DR 계산부(1076)는, 최대값 최소값 추출부(1075)로부터 공급되어 오는 단탭에 포함되는 모든 화소값 중, 최대값과 최소값과의 차분으로부터 화소값 다이나믹 레인지지를 구하고, DR 축적부(1077)에 축적시킨다.

<373> SNDP 선택부(1078)는, 단탭 추출부(1073)로부터 모든 패턴의 단탭에 대해서 추출이 종료한 것이 통지되면, DR 축적부(1077)에 축적되어 있는, 모든 패턴의 단탭마다 구해져 있는 화소값 다이나믹 레인지로부터, 최소값을 선택하고, SNDP로서 출력한다.

<374> 다음에, 도 25의 플로차트를 참조해서, 자연화상 인공화상 판정 처리에 대해서 설명한다.

<375> 스텝 S831에서, 광역 특징량 추출부(911)의 BEP 추출부(931)는, BEP 추출 처리를 실행하고, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상으로부터 화소마다 BEP를 추출해서 특징량 합성부(933)에 공급한다.

<376> 여기서, 도 26의 플로차트를 참조해서, 도 21의 BEP 추출부(931)에 의한 BEP 추출 처리에 대해서 설명한다.

<377> 스텝 S851에서, 베퍼(1011)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상을 일시적으로 기억한다.

<378> 스텝 S852에서, 참조 화소 추출부(1012)는, 베퍼(1011)로부터, 미처리(未處理) 화소를 주목 화소로 설정함과 동

시에, 스텝 S853에서, 주목 화소에 대응해서 설정되어 있는 참조 화소를 판독출력해서 무게 계산부(1013) 및 화소간 차분 계산부(1014)에 공급한다. 여기서, 참조 화소라 함은, 예를 들면 주목 화소에 대응지어서 설정되는 소정의 영역 내의 화소로서, 예를 들면 도 27에 도시되는 바와 같이, 주목 화소를 중심으로 해서, n 화소× n 화소의 범위의 모든 화소이다.

<379> 또한, 도 27에서는, 화상 내에서의 참조 영역 R내의 검은 동그라미 표시(印)의 주목 화소 Q(0, 0)을 중심으로 한 x방향 및 y방향의 2차원 공간의 좌표 상(座標上)의 흰 동그라미 표시가 참조 화소 Q(i, j)를 나타내고 있으며, 주목 화소 Q(0, 0)을 중심으로 해서 n 개× n 개의 점선으로 둘러싸인 범위내의 화소가, 참조 화소 Q(i, j) ($-(n-1)/2 \leq i \leq (n-1)/2, -(n-1)/2 \leq j \leq (n-1)/2$: i, j는, 정수(整數; integer)인 것이 나타내어져 있다.

<380> 스텝 S854에서, 화소간 차분 계산부(1014)는, 주목 화소와 미처리 참조 화소와의 화소값의 차분값을 계산하고, 승산부(1015)에 공급한다. 즉, 도 27에서는, 화소간 차분 계산부(1014)는, 화소간 차분값으로서, $(Q(0, 0)-Q(i, j))$ 를 계산해서 승산부(1015)에 공급한다. 또한, 화소간 차분값에서의 Q(0, 0), Q(i, j)는, 주목 화소 Q(0, 0) 및 참조 화소 Q(i, j)의 각각의 화소값이다.

<381> 스텝 S855에서, 무게 계산부(1013)는, 주목 화소와 미처리 참조 화소와의 거리에 따른 무게를 계산하고, 계산 결과인 무게를 승산부(1015)에 공급한다. 보다 구체적으로, 예를 들면 화소간 차분값을 구한 참조 화소가, 참조 화소 Q(i, j)인 경우, 무게 계산부(1013)는, 좌표의 파라미터를 이용해서, 예를 들면 무게로서 $w_d=a/(i^2+j^2)$ (a: 정수)를 계산한다. 또한, 무게 w_d 는, 거리에 따라서 가까울 수록 크고, 멀 수록 작아지도록 값이 구해지면 좋으므로, 상술한 방법 이외로 계산하도록 해도 좋고, 예를 들면 무게 $w_d=a/\sqrt{(i^2+j^2)}$ (a: 정수) 등이라도 좋다.

<382> 스텝 S856에서, 승산부(1015)는, 화소간 차분 계산부(1014)로부터 공급되어 온 화소간 차분값과, 무게 계산부(1013)로부터 공급되어 온 무게를 승산하고, 축적부(1016)에 축적시킨다. 즉, 도 27의 경우, 승산부(1015)는, 화소간 차분 계산부(1014)로부터 공급되어 온 화소간 차분값 $(Q(0, 0)-Q(i, j))$ 와, 무게 계산부(1013)로부터 공급되어 온 무게 w_d 를 승산하고, 승산 결과로서 $w_d \times (Q(0, 0)-Q(i, j))$ 를 축적부(1016)에 축적시킨다.

<383> 스텝 S857에서, 화소간 차분 계산부(1014)는, 미처리 참조 화소가 존재하는지 여부를 판정하고, 미처리 참조 화소가 존재하는 경우, 그 처리는, 스텝 S854로 되돌아간다(리턴한다). 즉, 모든 참조 화소에 대해서, 스텝 S854 내지 S857의 처리가 되풀이된다.

<384> 그리고, 스텝 S857에서, 미처리 참조 화소가 없는, 즉 모든 참조 화소에 대해서 주목 화소와의 차분값이 구해지고, 또 거리에 따른 무게 w_d 가 설정되고, 그들이 승산되어 축적부(1016)에 모두 축적되어 있다고 판정된 경우, 스텝 S858에서, 화소간 차분 계산부(1014)는, 모든 참조 화소에 대해서 처리가 종료한 것을 최대값 최소값 추출부(1017)에 통지한다. 최대값 최소값 추출부(1017)는, 축적부(1016)에 축적되어 있는 승산 결과 중, 최대값으로 되는 값과 최소값으로 되는 값을 추출해서 BEP 계산부(1018)에 공급한다.

<385> 스텝 S859에서, BFP 계산부(1018)는, 최대값 최소값 추출부(1017)로부터 공급되어 온 승산 결과의 최대값으로부터 최소값을 뺀 값인 참조 화소의 차분 다이나믹 레인지지를, 주목 화소에 대한 BEP로서 계산하고, BFP 추출부(932) 및 특징량 합성부(933)에 공급한다.

<386> 스텝 S860에서, 참조 화소 추출부(1012)는, 베퍼(1011)에 기억되어 있는 화상에서의 모든 화소에 대해서, BEP가 구해졌는지 여부를 판정한다. 스텝 S860에서, 화상의 모든 화소에 대해서 BEP가 구해져 있지 않은 경우, 처리는, 스텝 S852로 되돌아간다. 즉, 베퍼(1011)에 기억된 화상의 모든 화소에 대해서 BEP가 구해지기(구해질 때)까지, 스텝 S852 내지 S860의 처리가 되풀이된다. 그리고, 스텝 S860에서, 화상내의 모든 화소에 대해서 BEP가 구해졌다고 판정된 경우, BEP 추출 처리가 종료한다.

<387> 이상의 처리에 의해, BEP로서 화상에서의 광역의 에지를 표현하는 특징량인 BEP가 구해진다. 즉, BEP는, 주목 화소에 대한 참조 화소내의 차분 다이나믹 레인지지를 표현하는 것으로, 주목 화소가 속하는 광역 영역에 에지가 존재한 바와 같은 경우, 큰 값으로 되고, 역으로(거꾸로) 에지가 존재하지 않는 경우, 작은 값을 취하게 된다.

<388> 여기서, 도 25의 플로차트의 설명으로 되돌아간다.

<389> 스텝 S831에서의 BEP 추출 처리에 의해 BEP가 화상으로부터 추출되면, 스텝 S832에서, 광역 특징량 추출부(91

1)의 BFP 추출부(932)는, BFP 추출 처리를 실행하고, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상으로부터 화소마다 BFP를 추출해서 특징량 합성부(933)에 공급한다.

<390> 여기서, 도 28의 플로차트를 참조해서, 도 22의 BFP 추출부(932)에 의한 BFP 추출 처리에 대해서 설명한다.

<391> 스텝 S871에서, 베퍼(1031)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상을 일시적으로 기억한다.

<392> 스텝 S872에서, 참조 화소 추출부(1032)는, 베퍼(1031)로부터, 미처리 화소를 주목 화소로 설정함과 동시에, 스텝 S873에서, 주목 화소에 대응해서 설정되어 있는 참조 화소를 판독출력해서 인접 화소간 차분 계산부(1033) 및 무게 계산부(1035)에 공급한다.

<393> 스텝 S874에서, 인접 화소간 차분 계산부(1033)는, 미처리 참조 화소간(주목 화소를 포함한다)의 화소값의 차분 절대값을 계산하고, 함수 변환부(1034)에 공급한다. 즉, 도 29에서는, 인접 화소간 차분 계산부(1033)는, 인접 화소간 차분 절대값 e 로서, 예를 들면 $e = |Q(i+1, j) - Q(i, j)|$ 를 계산해서 함수 변환부(1034)에 공급한다. 또한, 화소간 차분 절대값에서의 $Q(i+1, j)$, $Q(i, j)$ 는, 참조 화소 $Q(i+1, j)$, $Q(i, j)$ 의 각각의 화소값이다. 또, 도 29에서의 검은 동그라미 표시는, 주목 화소 $Q(0, 0)$ 이다.

<394> 또, 참조 화소의 인접 화소간 차분 절대값 e 는, 도 29에서의 동그라미 표시로 나타내어지는 각 화소의 x방향 및 y방향으로 인접하는 화소와의 화소값의 차분 절대값이다. 따라서, 참조 화소 $Q(i, j)$ 의 인접 화소간 차분 절대값 e 는, $|Q(i+1, j) - Q(i, j)|$, $|Q(i, j+1) - Q(i, j)|$, $|Q(i-1, j) - Q(i, j)|$, $|Q(i, j-1) - Q(i, j)|$ 의 4종류의 인접 화소간 차분 절대값이 설정된다. 단, 참조 화소가 설정되어 있는 영역의 변가장자리부(邊緣部; edge)의 화소에 대해서는, xy 방향의 정방향(正方向) 또는 부방향(負方向)의 어느것인가 1방향으로 참조 화소와 인접해 있지 않으므로, 3종류의 인접 화소간 차분 절대값이 설정된다. 또, 참조 화소 중, 참조 화소가 설정되어 있는 영역의 4개소의 모퉁이(角; corner)로 되는 위치의 참조 화상에 대해서는, xy 방향의 정방향 또는 부방향의 어느것인가 2방향으로 참조 화소와 인접해 있지 않으므로, 2 종류의 인접 화소간 차분 절대값이 설정된다.

결과로서, 주목 화소를 중심으로 해서 n 화소× n 화소의 참조 화소가 설정되는 경우, $2n(n-1)$ 개의 인접 화소간 차분 절대값이 설정되게 된다.

<395> 스텝 S875에서, 함수 변환부(1034)는, BEP 추출부(931)로부터 공급되어 오는 BEP에 의해 설정되는 함수 f 에 의거해서, 인접 화소간 차분 계산부(1033)로부터 공급되어 온 인접 화소간 차분 절대값 e 를 변환해서, 승산부(1036)에 공급한다. 보다 상세하게는, 함수 변환부(1034)는, BEP 추출부(931)로부터 공급되어 오는 BEP에 의해 설정되는 이하의 식 (18)에 의거해서, 값을 변환하고, 변환한 값을 승산부(1036)에 출력한다.

<396> [수학식 18]

$$f(e) = \begin{cases} 1 & \text{if } th \geq e \\ 0 & \text{if } th < e \end{cases}$$

$th = BEP/b$ · · · (18)

<398> 식 (18)에서는, 인접 화소간 차분 절대값 e 가 임계값 $th=BEP/b$ 보다 큰 경우, 0이 승산부(1036)에 출력되고, 인접 화소간 차분 절대값 e 가 임계값 $th=BEP/b$ 이하인 경우, 1이 승산부(1036)에 출력되는 것이 나타내어져 있다. 또한, 여기서, b 는, 정수(定數; constant)이다. 또, 임계값 th 의 계산에 이용되는 BEP는, 주목 화소의 BEP이다. 또, 임계값 th 는, BEP의 경향을 이용할 수 있으면 좋으므로, 임계값 $th=BEP/b$ 이외의 BEP를 이용한 임계값이라도 좋고, 예를 들면 임계값 $th=(\sqrt{BEP})/b$, 또는 임계값 $th=(BEP)^2/b$ 등을 이용하도록 해도 좋다.

<399> 스텝 S876에서, 무게 계산부(1035)는, 주목 화소와, 인접 화소간 차분 절대값을 계산한 화소간의 중앙 위치와의 거리에 따른 무게를 계산하고, 계산 결과인 무게 w_e 를 승산부(1036)에 공급한다. 보다 구체적으로는, 예를 들면 인접 화소간 차분 절대값을 구한 참조 화소가, 참조 화소 $Q(i, j)$, $Q(i+1, j)$ 인 경우, 무게 계산부(1035)는, 좌표의 파라미터를 이용해서, 예를 들면 무게로서 $w_e=a/((i+1/2)^2+j^2)$ (a : 정수)를 계산한다. 또한, 무게 w_e 는, 거리에 의존한 값이 구해지면 좋으므로, 상술한 방법 이외로 계산하도록 해도 좋고, 예를 들면 무게 $w_e=a/\sqrt{((i+1/2)^2+j^2)}$ (a : 정수) 등이라도 좋다.

<400> 스텝 S877에서, 승산부(1036)는, 함수 변환부(1034)로부터 공급되어 온 인접 화소간 차분 절대값 e 와, 무게 계

산부(1035)로부터 공급되어 온 무게 w_e 를 승산하고, 스텝 S878에서, 축적부(1037)에 축적시킨다. 즉, 도 29의 경우, 승산부(1036)는, 함수 변환부(1034)로부터 공급되어 온 변환 결과인 1 또는 0과, 무게 계산부(1035)로부터 공급되어 온 무게 w_e 를 승산하고, 승산 결과로서 w_e 또는 0을 축적부(1037)에 축적시킨다.

<401> 스텝 S879에서, 인접 화소간 차분 계산부(1033)는, 미처리 참조 화소가 존재하는지 여부, 즉 인접 화소간 차분 절대값이 설정되어 있음에도 불구하고, 구해지고 있지 않은 것이 있는지 여부를 판정하고, 존재하는 경우, 그 처리는, 스텝 S874로 되돌아간다. 이 때, 모든 인접 화소간 차분 절대값에 대해서, 스텝 S874 내지 S879의 처리가 되풀이된다. 즉, 상술한 바와 같이, 도 29에 도시되는 바와 같이, 참조 화소가 n 화소× n 화소로 설정되어 있는 경우, $2n(n-1)$ 개의 인접 화소간 차분 절대값이 구해지게 되므로, 스텝 S874 내지 S879의 처리가, $2n(n-1)$ 회(回) 되풀이되게 된다.

<402> 그리고, 스텝 S879에서, 미처리 참조 화소가 없는, 즉 모든 인접 화소간 차분 절대값이 구해져서 함수 변환되고, 또 거리에 따른 무게가 설정되고, 그들이 승산되어 축적부(1037)에 모두 축적되어 있다고 판정된 경우, 스텝 S880에서, 인접 화소간 차분 계산부(1033)는, 모든 참조 화소에 대해서 처리가 종료한 것을 BFP 계산부(1038)에 통지한다. BFP 계산부(1038)는, 축적부(1037)에 축적되어 있는 승산 결과의 총합을 구해서 BFP로서 출력한다.

<403> 스텝 S881에서, 참조 화소 추출부(1032)는, 베퍼(1031)에 기억되어 있는 화상에서의 모든 화소에 대해서, BFP가 구해졌는지 여부를 판정한다. 스텝 S881에서, 화상의 모든 화소에 대해서 BFP가 구해져 있지 않은 경우, 처리는, 스텝 S872로 되돌아간다. 즉, 베퍼(1031)에 기억된 화상의 모든 화소에 대해서 BFP가 구해지기까지, 스텝 S872 내지 S881의 처리가 되풀이된다. 그리고, 스텝 S881에서, 화상내의 모든 화소에 대해서 BFP가 구해졌다고 판정된 경우, BFP 추출 처리가 종료한다.

<404> 이상의 처리에 의해, 화상에서의 광역의 평탄부를 표현하는 특징량으로서 BFP가 구해진다. 즉, BFP는, 만일 무게 w_e 가 거리에 따른 것이 아니라, 균일하게 1이었을 경우, 참조 화소 중, 임계값 th 보다도 작은 인접 화소간 차분 절대값의 수가 카운트 된 값으로 된다. 결과로서, BFP는, 주목 화소가 속하는 광역적인 범위가 평탄한 경우, 값이 커지고, 역으로, 예지 등이 많이 존재하는, 평탄하지 않은 바와 같은 경우, 값이 작아진다.

<405> 또한, 이상(以上)에서는, 인접 화소간 차분 절대값을 구함에 있어서, 참조 화소의 모든 인접 화소간 차분 절대값을 구하는 예에 대해서 설명해 왔지만, 인접해 있는 화소간의 화소값의 관계가 명확하게 되는 값을 추출할 수 있으면 좋으므로, 그 밖의 방법으로 인접 화소간 차분 절대값을 구하도록 해도 좋고, 예를 들면 도 29에서의 x 방향, 또는 y방향의 어느것인가의 방향으로 인접하는 화소간의 화소값의 차분 절대값을 구하도록 해도 좋고, 각 참조 화소에 대해서, 위아래쪽(上下方)으로 인접하는 각각의 화소와의 인접 화소간 차분 절대값의 합(和; sum), 좌우(左右)로 인접하는 각각의 화소와의 인접 화소간 차분 절대값의 합, 또는 상하 좌우 방향으로 인접하는 각각의 화소와의 화소간 차분 절대값의 총합 등을 인접 화소간 차분 절대값으로서 이용하도록 해도 좋다. 또, 이후의 설명에서도 인접 화소간 차분 절대값을 구하는 처리가 있지만, 상술한 바와 같이 여러가지 형식을 이용하도록 해도 좋은 것은 마찬가지이다.

<406> 또, 상술한 함수 변환부(1034)는, 식 (18)로 나타내어지는 바와 같은 함수에 의해 인접 화소간 차분 절대값 e 를 변환해서 출력하도록 하고 있었지만, 변환 함수는, 식 (18)로 나타내어지는 것이 아니어도 좋으며, 예를 들면 도 30에 도시되는 바와 같이, 경향으로서 인접 화소간 차분 절대값의 크기의 차(差)를 선명(鮮明)하게 할 수 있는 값으로 변환하고, 결과로서, 식 (18)로 나타내어지는 바와 같은 함수를 이용한 경우와 마찬가지 효과를 얻도록 해도 좋다.

<407> 또, 변환 함수 f 는, 예를 들면 도 30에 도시되는 바와 같은 것이라도 좋은 것은, 상술한 대로(通)이지만, BEP와 대응지우도록 해도 좋고, 예를 들면 인접 화소간 차분 절대값 e 가, 임계값 $th1=BEP/b1$ 이상인 경우, $f(e)=A(A$ 는 정수)로 하고, 인접 화소간 차분 절대값 e 가, 임계값 $th2=BEP/b2$ 이하인 경우, $f(e)=B(B$ 는 정수)로 하고, 또 인접 화소간 차분 절대값 e 가, 임계값 $th2=BEP/b2$ 보다 크고 임계값 $th1=BEP/b1$ 보다 작은 경우, $f(e)=(B-A) \cdot (e-th1)/(th2-th1)+A$ 로 하도록 해도 좋다. 또, 임계값 $th1$, $th2$ 는, BEP의 경향을 사용할 수 있으면 좋으므로, 예를 들면 임계값 $th1=(BEP)^2/b1$, $th2=(BEP)^2/b2$, 또는, 임계값 $th1=(\sqrt{BEP})/b1$, $th2=(\sqrt{BEP})/b2$ 등을 이용하도록 해도 좋다.

<408> 여기서, 도 25의 플로차트의 설명으로 되돌아간다.

<409> 스텝 S832의 처리에 의해, BFP가 구해지면, 스텝 S833에서, 특징량 합성부(933)는, BEP 추출부(931)로부터 공급

되어 오는 BEP와, BFP 추출부(932)로부터 공급되어 오는 BFP를 합성하고, 광역 특징량으로서 광역 인공화상도 산출부(912)에 공급한다.

<410> 스텝 S834에서, 광역 인공화상도 산출부(912)는, 광역 특징량 추출부(911)로부터 공급되어 오는 광역 특징량에 의거해서, 광역 인공화상도 산출 처리를 실행해서, 광역 인공화상도 Art_b를 산출하고, 인공화상도 생성부(913)에 공급한다.

<411> 여기서, 도 31의 플로차트를 참조해서, 도 20의 광역 인공화상도 산출부(912)에 의한 광역 인공화상도 산출 처리에 대해서 설명한다.

<412> 스텝 S891에서, 특징량 분리부(951)는, 광역 특징량 추출부(911)로부터 공급되어 오는 광역 특징량을 취득함과 동시에, BEP 및 BFP를 분리해서, 각각을 광역 경계선 비교부(952)에 공급한다.

<413> 스텝 S892에서, 광역 경계선 비교부(952)는, 광역 경계선 메모리(953)로부터 광역 경계선의 정보를 판독출력한다.

<414> 스텝 S893에서, 광역 경계선 비교부(952)는, 미처리 화소를 주목 화소로 하고, 그 주목 화소의 BEP 및 BFP를 추출해서, BEP-BFP의 2차원 평면상에 플롯(plot)함과 동시에, 판독출력한 광역 경계선과의 위치 관계를 비교한다.

<415> 여기서, 광역 경계선이라 함은, 복수의 인공 화상 및 자연 화상으로부터 추출되는 BEP 및 BFP를, BEP축(軸) 및 BFP축으로 이루어지는 2차원 공간에 (BEP, BFP)로서 플롯함으로써 얻어지는 통계상(統計上)의 분포로부터 생성되는 경계선이다. 광역 경계선에는, 광역 인공 화상 경계선 및 광역 자연 화상 경계선의 2종류의 경계선이 있다. 이 중, 광역 인공 화상 경계선은, 인공 화상의 광역 특징량만이 플롯되어 있는 영역과, 인공 화상 및 자연 화상의 광역 특징량이 혼재해서 플롯되어 있는 영역과의 경계선이다. 또, 광역 자연 화상 경계선은, 자연 화상의 광역 특징량만이 플롯되어 있는 영역과, 인공 화상 및 자연 화상의 광역 특징량이 혼재해서 플롯되어 있는 영역과의 경계선이다. 따라서, BEP축 및 BFP축으로 이루어지는 영역은, 도 32에 도시되는 바와 같이, 광역 인공 화상 경계선 및 광역 자연 화상 경계선에 의거해서, 광역 인공 화상 영역, 광역 자연 화상 영역, 및 인공 화상 및 자연 화상의 광역 혼재 영역의 3종류의 영역으로 분할되게 된다. 여기서, 도 32에서는, 광역 인공 화상 경계선은, 도면중의 곡선 L1이며, 광역 자연 화상 경계선은, 도면중의 곡선 L2이다. 또한, 이하, 곡선 L1, L2에 대해서는, 적당히, 광역 인공 화상 경계선 L1 및 광역 자연 화상 경계선 L2라고도 칭하는 것으로 한다. 또, 도 32에서는, 광역 인공 화상 경계선 L1보다도 상부의 영역이, 광역 인공 화상 영역이며, 광역 인공 화상 경계선 L1 및 광역 자연 화상 경계선 L2 사이의 영역이, 광역 혼재 영역이며, 광역 자연 화상 경계선 L2보다도 하부의 영역이 광역 자연 화상 영역이다.

<416> 스텝 S894에서, 광역 경계선 비교부(952)는, 주목 화소의 BEP 및 BFP를 플롯한 위치가, 광역 인공 화상 영역인지 여부를 판정한다. 예를 들면, 주목 화소의 BEP 및 BFP를 플롯한 위치가, 도 32에서의 위치 B1인 경우, 스텝 S895에서, 광역 경계선 비교부(952)는, 그 화소가 광역 인공 화상 영역에 속해 있는 것을 내분 계산부(954)에 통지한다.

<417> 스텝 S896에서, 내분 계산부(954)는, 광역 경계선 비교부(952)로부터의 주목 화소의 광역 특징량이 광역 인공 화상 영역에 속해 있다는 취지의 통지를 취득하면, 광역 인공화상도 Art_b를 1로 해서 인공화상도 생성부(913)에 공급하고, 그 처리는, 스텝 S902로 진행한다.

<418> 스텝 S894에서, 예를 들면 주목 화소의 BEP 및 BFP를 플롯한 위치가, 도 32에서의 위치 B1이 아니라, 위치 B2 또는 B3인 경우, 광역 경계선 비교부(952)는, 그 화소가 광역 인공 화상 영역에 속해 있지 않다고 간주하고, 처리는, 스텝 S897로 진행한다.

<419> 스텝 S897에서, 광역 경계선 비교부(952)는, 주목 화소의 BEP 및 BFP를 플롯한 위치가, 광역 자연 화상 영역인지 여부를 판정한다. 예를 들면, 주목 화소의 BEP 및 BFP를 플롯한 위치가, 도 32에서의 위치 B3인 경우, 스텝 S898에서, 광역 경계선 비교부(952)는, 그 화소가 광역 자연 화상 영역에 속해 있는 것을 내분 계산부(954)에 통지한다.

<420> 스텝 S899에서, 내분 계산부(954)는, 광역 경계선 비교부(952)로부터의 주목 화소의 광역 특징량이 광역 자연 화상 영역에 속해 있다는 취지의 통지를 취득하면, 광역 인공화상도 Art_b를 0으로 해서 인공화상도 생성부(913)에 공급하고, 그 처리는, 스텝 S902로 진행한다.

- <421> 스텝 S897에서, 예를 들면 주목 화소의 BEP 및 BFP를 플롯한 위치가, 도 32에서의 위치 B3이 아니라, 위치 B2인 경우, 광역 경계선 비교부(952)는, 그 화소가 광역 인공 화상 영역에도 광역 자연 화상 영역에도 속해 있지 않다고 간주하고, 처리는, 스텝 S900으로 진행한다.
- <422> 스텝 S900에서, 광역 경계선 비교부(952)는, 그 화소가 광역 혼재 영역에 속해 있는 것과 함께, 광역 인공 화상 경계선 L1과 광역 자연 화상 경계선 L2와의 내분 비율을 내분 계산부(954)에 통지한다. 즉, 도 32의 경우, 위치 B2는, 광역 인공 화상 경계선 L1까지의 거리 : 광역 자연 화상 경계선 L2까지의 거리와의 비율은, $1-q : q$ 로 되므로, 이 정보가 내분 계산부(954)에 통지된다.
- <423> 스텝 S901에서, 내분 계산부(954)는, 광역 경계선 비교부(952)로부터의 주목 화소의 광역 특징량이 광역 혼재 영역에 속해 있다는 취지와 함께, 내분 비율의 통지를 취득하면, 내분 비율 q 를 광역 인공화상도 Art_b로서 인공화상도 생성부(913)에 공급하고, 그 처리는, 스텝 S902로 진행한다.
- <424> 스텝 S902에서, 광역 경계선 비교부(952)는, 미처리 화소가 존재하는지 여부를 판정하고, 미처리의 화소, 즉 광역 특징량이, 광역 인공 화상 영역, 광역 자연 화상 영역, 또는 광역 혼재 영역의 어느것에 속해 있는지가 비교되고, 광역 인공화상도가 구해져 있는지 여부를 판정하고, 모든 화소에 대해서, 광역 인공 화상도가 구해져 있지 않다고 판정된 경우, 처리는, 스텝 S893으로 되돌아간다.
- <425> 한편, 모든 화소에 대해서, 광역 인공화상도 Art_b가 구해져 있는 경우, 처리는 종료한다.
- <426> 이상의 처리에 의해, 모든 화소에 대해 BEP 및 BFP로 이루어지는 광역 특징량이 판독출력되어, BEP-BFP 공간에서 플롯되고, 복수의 인공 화상 및 자연 화상의 분포로부터 통계적으로 구해진 광역 인공 화상 경계선 및 광역 자연 화상 경계선과 비교되는 것에 의해, BEP-BFP 공간에서의 플롯 위치(BEP, BFP)와, 광역 인공 화상 경계선 및 광역 자연 화상 경계선과의 위치 관계에 의거해서, 광역 인공 화상도 Art_b가 산출되게 된다. 또한, 이상에서는, 광역 혼재 영역에 존재하는 경우, 내분 비율 q 가 광역 인공화상도 Art_b로서 설정되는 예에 대해서 설명해 왔지만, 내분비가 경향으로서 반영되는 값으로 되면 좋으므로, 광역 인공화상도로서는, 예를 들면 q^2 또는 \sqrt{q} 등이라도 좋다.
- <427> 여기서, 도 25의 플로차트의 설명으로 되돌아간다.
- <428> 스텝 S835에서, 협역 특징량 추출부(914)의 PNDP 추출부(971)는, PNDP 추출 처리를 실행하고, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상으로부터 화소마다 PNDP를 추출해서 특징량 합성부(973)에 공급한다.
- <429> 여기서, 도 33의 플로차트를 참조해서, 도 23의 PNDP 추출부(971)에 의한 PNDP 추출 처리에 대해서 설명한다.
- <430> 스텝 S911에서, 베페(1051)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상을 일시적으로 기억한다.
- <431> 스텝 S912에서, 참조 화소 추출부(1052)는, 베페(1051)로부터, 미처리 화소를 주목 화소로 설정함과 동시에, 스텝 S913에서, 주목 화소에 대응해서 설정되어 있는 참조 화소를 판독출력해서 장탭 추출부(1053)에 공급한다.
- <432> 스텝 S914에서, 장탭 추출부(1053)는, 참조 화소로부터 장탭을 추출함과 동시에, 스텝 S915에서, 장탭의 화소값을 화소값 축적부(1054)에 축적시키고, 또 SNDP 추출부(972)에 공급한다. 여기서, 장탭이라 함은, 예를 들면 참조 화소에 포함되는, 주목 화소에 대응지어서 설정되는 소정의 영역내의 화소를 말하며, 예를 들면 도 34에 도시되는 바와 같이, 주목 화소를 중심으로 해서 m 화소× m 화소의 화소이다. 또한, 도 34에서는, n 화소× n 화소 ($n > m$)의 범위가 참조 화소의 범위를 나타내고 있다. 또, 도 34에서는, 화상내에서의 겹은 동그라미 표시의 주목 화소 $P(0, 0)$ 을 중심으로 한 x방향 및 y방향의 2차원 공간의 좌표상의 흰 동그라미 표시가 장탭 $P(i, j)$ 를 나타내고 있고, 주목 화소 $P(0, 0)$ 을 중심으로 해서 m 개× m 개의 점선으로 둘러싸인 범위내의 화소가, 장탭 $P(i, j)$ ($-(m-1)/2 \leq i \leq (m-1)/2, -(m-1)/2 \leq j \leq (m-1)/2$: i, j 는, 정수)인 것이 나타내어져 있다.
- <433> 스텝 S916에서, 화소값 축적부(1054)는, 미처리 장탭이 존재하는지 여부를 판정하고, 미처리 장탭이 존재하는 경우, 그 처리는, 스텝 S915로 되돌아간다. 즉, 모든 장탭에 대해서, 스텝 S915, S916의 처리가 되풀이된다.
- <434> 그리고, 스텝 S916에서, 미처리 장탭이 없는, 즉 모든 장탭에 대해서 화소값이 추출되고, 화소값 축적부(1054)에 모두 축적되어 있다고 판정된 경우, 스텝 S917에서, 화소값 축적부(1054)는, 모든 장탭에 대해서 처리가 중요한 것을 최대값 최소값 추출부(1055)에 통지한다. 이것을 받아서, 최대값 최소값 추출부(1055)는, 화소값

축적부(1054)에 축적되어 있는 화소값 중, 최대값으로 되는 값과 최소값으로 되는 값을 추출해서 PNDP 계산부(1056)에 공급한다.

<435> 스텝 S918에서, PNDP 계산부(1056)는, 최대값 최소값 추출부(1055)로부터 공급되어 온 최대값으로부터 최소값을 뺀 값인 장탭의 화소값 다이나믹 레인지지를, 주목 화소에 대한 PNDP로서 계산하고, 특징량 합성부(973)에 공급한다.

<436> 스텝 S919에서, 참조 화소 추출부(1052)는, 베퍼(1051)에 기억되어 있는 화상에서의 모든 화소에 대해서, PNDP가 구해졌는지 여부를 판정한다. 스텝 S919에서, 화상의 모든 화소에 대해서 PNDP가 구해져 있지 않은 경우, 처리는, 스텝 S912로 되돌아간다. 즉, 베퍼(1051)에 기억된 화상의 모든 화소에 대해서 PNDP가 구해지기까지, 스텝 S912 내지 S919의 처리가 되풀이된다. 그리고, 스텝 S919에서, 화상내의 모든 화소에 대해서 PNDP가 구해졌다고 판정된 경우, PNDP 추출 처리가 종료한다.

<437> 이상의 처리에 의해, 화상에서의 협역의 에지를 표현하는 특징량인 PNDP가 구해진다. 즉, PNDP는, 주목 화소에 대한 장탭 내의 화소값 다이나믹 레인지지를 표현하는 것으로, 주목 화소가 속하는 협역 영역에 에지가 존재한 바와 같은 경우, 큰 값으로 되고, 역으로 에지가 존재하지 않는 경우, 작은 값을 취하게 된다.

<438> 여기서, 도 25의 플로차트의 설명으로 되돌아간다.

<439> 스텝 S835에서의 PNDP 추출 처리에 의해 PNDP가 화상으로부터 추출되면, 스텝 S836에서, 협역 특징량 추출부(914)의 SNDP 추출부(972)는, SNDP 추출 처리를 실행하고, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상으로부터 화소마다 SNDP를 추출해서 특징량 합성부(973)에 공급한다.

<440> 여기서, 도 35의 플로차트를 참조해서, 도 24의 SNDP 추출부(972)에 의한 SNDP 추출 처리에 대해서 설명한다.

<441> 스텝 S941에서, 베퍼(1071)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상을 일시적으로 기억한다.

<442> 스텝 S942에서, 참조 화소 추출부(1072)는, 베퍼(1071)로부터, 미처리의 화소를 주목 화소로 설정함과 동시에, 스텝 S943에서, 주목 화소에 대응해서 설정되어 있는 참조 화소를 판독출력해서 단탭 추출부(1073)에 공급한다.

<443> 스텝 S944에서, 단탭 추출부(1073)는, 참조 화소, 및 PNDP 추출부(971)로부터 공급되는 장탭의 정보에 의거해서, 참조 화소로부터 단탭 군(群)을 추출한다. 여기서, 단탭이라 함은, 장탭에 포함된 화소로서, 주목 화소를 포함하는 복수의 화소를 말하며, 예를 들면 참조 화소중 장탭에 포함되는 화소로서, 주목 화소에 대응지어서 설정되는 소정의 영역내의 화소를 말하며, 예를 들면 도 36의 패턴 A로 나타내어지는 바와 같이, 주목 화소를 중심으로 해서 수평 방향 및 수직 방향으로 인접하는 4화소를 포함시킨 5화소로 이루어지는 단탭 ST1이거나, 패턴 B로 나타내어지는 바와 같이, 주목 화소를 오른쪽아래 구석(右下隅; bottom right)으로 해서, 수평 방향 및 수직 방향으로 3화소×3화소의 9화소로 이루어지는 단탭 ST2이거나, 패턴 C로 나타내어지는 바와 같이, 주목 화소를 왼쪽위 구석(左上隅; top left)으로 해서, 수평 방향 및 수직 방향으로 3화소×3화소의 9화소로 이루어지는 단탭 ST3이거나, 패턴 D로 나타내어지는 바와 같이, 주목 화소를 왼쪽아래 구석(左下隅; bottom left)으로 해서, 수평 방향 및 수직 방향으로 3화소×3화소의 9화소로 이루어지는 단탭 ST4이거나, 또는 패턴 E로 나타내어지는 바와 같이, 주목 화소를 오른쪽위 구석(右上隅; top right)으로 해서, 수평 방향 및 수직 방향으로 3화소×3화소의 9화소로 이루어지는 단탭 ST5 등이라도 좋다. 또, 복수의 패턴의 단탭을 단탭 군이라고 칭하고 있다. 따라서, 도 36의 단탭 ST1 내지 ST5가 단탭으로서 사용되는 경우, 5패턴의 단탭으로 이루어지는 단탭 군이 구성되어 있다고 할 수 있다. 또한, 도 36에서는, 동그라미 표시가 화소를 나타내고 있고, 그 중 검은 동그라미 표시가 주목 화소를 나타내고 있고, 또 실선으로 둘러싸여 있는 범위내의 화소가, 단탭을 구성하는 화소인 것을 나타내고 있다.

<444> 스텝 S945에서, 단탭 추출부(1073)는, 미처리의 하나의 단탭의 화소값을 추출하고, 화소값 축적부(1074)에 축적시킨다.

<445> 스텝 S946에서, 단탭 추출부(1073)는, 미처리 단탭이 존재하는지 여부를 판정하고, 미처리 단탭이 존재하는 경우, 그 처리는, 스텝 S945로 되돌아간다. 즉, 하나의 단탭에 포함되는 모든 화소에 대해서, 스텝 S945, S946의 처리가 되풀이된다.

<446> 그리고, 스텝 S946에서, 미처리 단탭이 없는, 즉 하나의 단탭의 모든 화소값이, 화소값 축적부(1074)에 모두 축적되어 있다고 판정된 경우, 스텝 S947에서, 화소값 축적부(1074)는, 하나의 단탭의 모든 화소를 축적하는 처리

가 종료한 것을 최대값 최소값 추출부(1075)에 통지한다. 최대값 최소값 추출부(1075)는, 화소값 축적부(1074)에 축적되어 있는 하나의 단탭의 화소값 중, 최대값으로 되는 값과 최소값으로 되는 값을 추출해서 DR 계산부(1076)에 공급한다.

<447> 스텝 S948에서, DR 계산부(1076)는, 최대값 최소값 추출부(1075)로부터 공급되어 온 화소값의 최대값으로부터 최소값을 뺀 값인 하나의 단탭의 화소값 다이나믹 레인지지를, 주목 화소에 대한 화소값 DR(화소값 다이나믹 레인지)로서 계산하고, 스텝 S949에서, DR 축적부(1077)에 축적시킨다.

<448> 스텝 S950에서, 단탭 추출부(1073)는, 미처리 단탭 군이 남(殘)겨져 있는지 여부를 판정하고, 남겨져 있다고 판정한 경우, 그 처리는, 스텝 S944로 되돌아간다. 즉, 모든 단탭군에 대해서 DR이 구해졌다고 판정되기까지, 스텝 S944 내지 S950의 처리가 되풀이된다. 따라서, 예를 들면 단탭군이, 도 36에 도시되는 5패턴인 경우, 스텝 S944 내지 S950의 처리가 5회 되풀이되게 된다.

<449> 그리고, 스텝 S950에서, 모든 단탭군의 처리가 종료한, 즉 모든 단탭에 대해서 DR이 구해진 경우, 스텝 S951에서, 단탭 추출부(1073)는, 그 취지를 SNDP 선택부(1078)에 통지한다. 또, SNDP 선택부(1078)는, DR 축적부(1077)에 축적되어 있는 각 단탭 군의 DR을 비교하고, 최소로 되는 DR을 SNDP로서 선택하고, 특징량 합성부(973)에 공급한다.

<450> 스텝 S952에서, 참조 화소 추출부(1072)는, 버퍼(1071)에 기억되어 있는 화상에서의 모든 화소에 대해서, SNDP 가 구해졌는지 여부를 판정한다. 스텝 S952에서, 화상의 모든 화소에 대해서 SNDP가 구해져 있지 않은 경우, 처리는, 스텝 S942로 되돌아간다. 즉, 버퍼(1071)에 기억된 화상의 모든 화소에 대해서 SNDP가 구해지기까지, 스텝 S942 내지 S952의 처리가 되풀이된다. 그리고, 스텝 S952에서, 화상내의 모든 화소에 대해서 SNDP가 구해졌다고 판정된 경우, SNDP 추출 처리가 종료한다.

<451> 이상의 처리에 의해, 화상에서의 각 화소가 속하는 협역의 평탄부의 정도를 표현하는 특징량인 SNDP가 구해진다. 즉, SNDP는, 주목 화소에 대한 장탭 내의 복수의 단탭의 화소값 다이나믹 레인지 중의 최소값에 의해 장탭 내에서, 단탭으로 표현되는 영역 중에서 가장 평탄한 영역에서의 평탄함의 정도가 표현되게 되므로, 주목 화소가 속하는 협역 영역에 포함되는 평탄부가 평탄할 수록 작은 값으로 되고, 평탄하지 않을 수록 큰 값으로 된다.

<452> 여기서, 도 25의 플로차트의 설명으로 되돌아간다.

<453> 스텝 S836의 처리에 의해, SNDP가 구해지면, 스텝 S837에서, 특징량 합성부(973)는, PNDP 추출부(971)로부터 공급되어 오는 PNDP와, SNDP 추출부(972)로부터 공급되어 오는 SNDP를 합성하고, 협역 특징량으로서 협역 인공화상도 산출부(915)에 공급한다.

<454> 스텝 S838에서, 협역 인공화상도 산출부(915)는, 협역 특징량 추출부(914)로부터 공급되어 오는 협역 특징량에 의거해서, 협역 인공화상도 산출 처리를 실행하고, 협역 인공화상도 Art_n을 산출하고, 인공화상도 생성부(913)에 공급한다.

<455> 여기서, 도 37의 플로차트를 참조해서, 도 20의 협역 인공화상도 산출부(915)에 의한 협역 인공화상도 산출 처리에 대해서 설명한다.

<456> 스텝 S971에서, 특징량 분리부(991)는, 협역 특징량 추출부(914)로부터 공급되어 오는 협역 특징량을 취득함과 동시에, PNDP 및 SNDP를 분리해서, 각각을 협역 경계선 비교부(992)에 공급한다.

<457> 스텝 S972에서, 협역 경계선 비교부(992)는, 협역 경계선 메모리(993)로부터 협역 경계선의 정보를 판독출력한다.

<458> 스텝 S973에서, 협역 경계선 비교부(992)는, 미처리 화소를 주목 화소로 하고, 그 주목 화소의 PNDP 및 SNDP를 추출해서, PNDP-SNDP의 2차원 평면상에 플롯함과 동시에, 판독출력한 협역 경계선과의 위치 관계를 비교한다.

<459> 여기서, 협역 경계선이라 함은, 복수의 인공 화상 및 자연 화상으로부터 추출되는 PNDP 및 SNDP를, PNDP축 및 SNDP축으로 이루어지는 2차원 공간에 (PNDP, SNDP)로서 플롯함으로써 얻어지는 통계상의 분포로부터 생성되는 경계선이다. 협역 경계선에는, 협역 인공 화상 경계선 및 협역 자연 화상 경계선의 2종류의 경계선이 있다. 이 중, 협역 인공 화상 경계선은, 인공 화상의 협역 특징량만이 플롯되어 있는 영역과, 인공 화상 및 자연 화상의 협역 특징량이 혼재해서 플롯되어 있는 영역과의 경계선이다. 또, 협역 자연 화상 경계선은, 자연 화상

의 협역 특징량만이 플롯되어 있는 영역과, 인공 화상 및 자연화상의 협역 특징량이 혼재해서 플롯되어 있는 영역과의 경계선이다. 따라서, PNDP축 및 SNDP축으로 이루어지는 영역은, 도 38에 도시되는 바와 같이, 협역 인공 화상 경계선 및 협역 자연 화상 경계선에 의거해서, 협역 인공 화상 영역, 협역 자연 화상 영역, 및 인공 화상 및 자연 화상의 협역 혼재 영역의 3종류의 영역으로 분할되게 된다. 여기서, 도 38에서는, 협역 자연 화상 경계선은, 도면중의 곡선 L11이며, 협역 인공 화상 경계선은, 도면중의 곡선 L12이다. 또한, 이하, 곡선 L11, L12에 대해서는, 적당히, 협역 자연 화상 경계선 L11 및 협역 인공 화상 경계선 L12라고도 칭하는 것으로 한다. 또, 도 38에서는, 협역 자연 화상 경계선 L11보다도 상부의 영역이, 협역 자연 화상 영역이며, 협역 자연 화상 경계선 L11 및 협역 인공 화상 경계선 L12 사이의 영역이, 협역 혼재 영역이며, 협역 인공 화상 경계선 L12보다도 하부의 영역이 협역 인공 화상 영역이다.

- <460> 스텝 S974에서, 협역 경계선 비교부(992)는, 주목 화소의 PNDP 및 SNDP를 플롯한 위치가, 협역 인공 화상 영역인지 여부를 판정한다. 예를 들면, 주목 화소의 PNDP 및 SNDP를 플롯한 위치가, 도 38에서의 위치 N3인 경우, 스텝 S975에서, 협역 경계선 비교부(992)는, 그 화소가 협역 인공 화상 영역에 속해 있는 것을 내분 계산부(994)에 통지한다.
- <461> 스텝 S976에서, 내분 계산부(994)는, 협역 경계선 비교부(992)로부터의 주목 화소의 협역 특징량이 협역 인공 화상 영역에 속해 있다는 취지의 통지를 취득하면, 협역 인공화상도 Art_n을 1로 해서 인공화상도 생성부(913)에 공급하고, 그 처리는, 스텝 S982로 진행한다.
- <462> 스텝 S974에서, 예를 들면 주목 화소의 PNDP 및 SNDP를 플롯한 위치가, 도 38에서의 위치 N3이 아니라, 위치 N2 또는 N1인 경우, 협역 경계선 비교부(992)는, 그 화소가 협역 인공 화상 영역에 속해 있지 않다고 간주하고, 처리는, 스텝 S977로 진행한다.
- <463> 스텝 S977에서, 협역 경계선 비교부(992)는, 주목 화소의 PNDP 및 SNDP를 플롯한 위치가, 협역 자연 화상 영역인지 여부를 판정한다. 예를 들면, 주목 화소의 PNDP 및 SNDP를 플롯한 위치가, 도 38에서의 위치 N1인 경우, 스텝 S978에서, 협역 경계선 비교부(992)는, 그 화소가 협역 자연 화상 영역에 속해 있는 것을 내분 계산부(994)에 통지한다.
- <464> 스텝 S979에서, 내분 계산부(994)는, 협역 경계선 비교부(992)로부터의 주목 화소의 협역 특징량이 협역 자연 화상 영역에 속해 있다는 취지의 통지를 취득하면, 협역 인공화상도 Art_n을 0으로 해서 인공화상도 생성부(913)에 공급하고, 그 처리는, 스텝 S982로 진행한다.
- <465> 스텝 S977에서, 예를 들면 주목 화소의 PNDP 및 SNDP를 플롯한 위치가, 도 38에서의 위치 N1이 아니라, 위치 N2인 경우, 협역 경계선 비교부(992)는, 그 화소가 협역 인공 화상 영역에도 협역 자연 화상 영역에도 속해 있지 않다고 간주하고, 처리는, 스텝 S980으로 진행한다.
- <466> 스텝 S980에서, 협역 경계선 비교부(992)는, 그 화소가 협역 혼재 영역에 속해 있는 것과 함께, 협역 자연 화상 경계선 L11과 협역 인공 화상 경계선 L12오의 내분 비율을 내분 계산부(994)에 통지한다. 즉, 도 38의 경우, 위치 N2는, 협역 자연 화상 경계선 L11까지의 거리 : 협역 인공 화상 경계선 L12까지의 거리와의 비율은, p : 1-p로 되므로, 이 정보가 내분 계산부(994)에 통지된다.
- <467> 스텝 S981에서, 내분 계산부(994)는, 협역 경계선 비교부(992)로부터의 주목 화소의 협역 특징량이 협역 혼재 영역에 속해 있다는 취지와 함께, 내분 비율의 통지를 취득하면, 내분 비율 p를 협역 인공화상도 Art_n으로서 인공화상도 생성부(913)에 공급하고, 그 처리는, 스텝 S982로 진행한다.
- <468> 스텝 S982에서, 협역 경계선 비교부(992)는, 미처리 화소가 존재하는지 여부를 판정하고, 미처리 화소, 즉 협역 특징량이, 협역 인공 화상 영역, 협역 자연 화상 영역, 또는 협역 혼재 영역의 어느것에 속해 있는지가 비교되고, 협역 인공화상도가 구해져 있는지 여부를 판정하고, 모든 화소에 대해서, 협역 인공 화상도가 구해져 있지 않다고 판정된 경우, 처리는, 스텝 S973으로 되돌아간다.
- <469> 한편, 모든 화소에 대해서, 협역 인공화상도 Art_k이 구해져 있는 경우, 처리는 종료한다.
- <470> 이상의 처리에 의해, 모든 화소에 대해서 PNDP 및 SNDP로 이루어지는 협역 특징량이 판독 출력되어, PNDP-SNDP 공간에서 플롯되고, 복수의 인공 화상 및 자연 화상의 분포로부터 통계적으로 구해진 협역 인공 화상 경계선 및 협역 자연 화상 경계선과 비교되는 것에 의해, PNDP-SNDP 공간에서의 플롯 위치(PNDP, SNDP)와, 협역 인공 화상 경계선 및 협역 자연 화상 경계선과의 위치 관계에 의거해서, 협역 인공 화상도 Art_n이 산출되게 된다. 또한,

이상에서는, 협역 혼재 영역에 존재하는 경우, 내분 비율 p 가 협역 인공화상도 Art_n 으로서 설정되는 예에 대해서 설명해 왔지만, 내분비가 경향으로서 반영되는 값으로 되면 좋으므로, 협역 인공화상도로서는, 예를 들면 p^2 또는 \sqrt{p} 등이라도 좋다.

<471> 여기서, 도 25의 플로차트의 설명으로 되돌아간다.

<472> 스텝 S839에서, 인공화상도 생성부(913)는, 광역 인공화상도 산출부(912)로부터 공급되어 온 광역 인공화상도 Art_b , 및 협역 인공화상도 산출부(915)로부터 공급되어 온 협역 인공화상도 Art_n 에 의거해서, 이하의 식 (19)를 계산함으로써, 인공화상도 Art 를 생성하고, 화상 처리부(113)에 공급한다.

<473> [수학식 19]

$$Art = \alpha \cdot Art_n + \beta \cdot Art_b + \gamma \cdot Art_n Art_b \quad \dots \quad (19)$$

<474> 여기서, α , β , γ 는, 정수이다. 또, 인공화상도 Art 는, $0 \leq Art \leq 1$ 을 상정(想定)해서 설정되어 있는 값이기 때문에, 식 (19)의 계산 결과, 인공화상도 Art 가 1이상인 경우, 인공화상도 생성부(913)는, 인공화상도 Art 를 1로 클립(clip)해서 화상 처리부(113)에 공급한다.

<475> 이상의 처리에 의해, 상술한 도 2에서의 스텝 S7의 처리에서, 합성부(133)는, 예를 들면, 이하의 식 (20)을 연산하는 것에 의해, 자연화상 예측부(131)로부터 공급되는 자연 고품질 화상의 각 화소의 화소값과, 인공화상 예측부(132)로부터 공급되는 인공 고품질 화상의 각 화소의 화소값을 인공화상도에 따른 비율로 합성한다.

<476> [수학식 20]

$$Pix = Pix_{art} \cdot Art + Pix_{nat} \cdot (1 - Art) \quad \dots \quad (20)$$

<477> 여기서, Pix 는, 최종적으로 합성되어 생성되는 고품질 화상의 각 화소의 화소값이며, Pix_{nat} 는, 자연화상 예측부(131)로부터 공급되어 온 자연 화상이며, Pix_{art} 는, 인공화상 예측부(132)로부터 공급되어 온 인공 화상이며, 또 Art 는, 인공화상도의 계수이다.

<478> 이상에 의하면, 화상에 대해서 인공 화상으로서의 화상 처리를 행한 화소와, 자연 화상으로서의 화상 처리를 행한 화소를, 인공화상도에 따라서 합성함으로써, 화상에서의 자연 화상으로서의 요소를 포함하는 영역과 인공 화상으로서의 요소를 포함하는 영역을 구별해서, 각각의 영역에 대해서 최적한 처리를 행하는 것이 가능하게 된다.

<479> 이상에서는, 도 28의 플로차트를 참조해서 설명한 BEP 추출 처리와 같이, 참조 화소와 주목 화소와의 차분값의 최대값과 최소값과의 차분값을 구하는 것에 의해, 참조 화소의 차분 다이나믹 레인지(Leiange)를 구함으로써, BEP를 추출하는 예에 대해서 설명해 왔지만, 참조 화소의 화소값의 변화가 큰 부분이 구해지면 좋으므로, 그 밖의 방법이라도 좋으며, 참조 영역에 포함되는 화소의 화소값의 차분값 다이나믹 레인지라도 좋다. 또한, BEP로서 화소값 다이나믹 레인지(Leiange)를 사용하면, 참조 영역의 경계 근방의 참조 화소에 에지 영역에 속하는 화소가 포함되는 경우와 포함되지 않는 경우에서, BEP의 값이 크게 변화해 벼릴 우려(恐)가 있다. 그래서, 상술한 바와 같이, BEP에 대해서는, 거리에 따라서 무게를 부가하는 차분 다이나믹 레인지 쪽이 보다 바람직한 결과를 기대할 수가 있다.

<480> 또, BEP로서는, 예를 들면 각 참조 화소의 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값을 승순(昇順; ascending order)으로 재배열(並替; rearrange)해서, 상위의 차분 절대값을 이용해서 구하도록 해도 좋다.

<481> 도 39에는, 각 참조 화소의 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값을 승순으로 재배열해서, 상위의 차분 절대값을 이용해서 참조 화소의 에지의 존재를 표현하는 BEP로서 구하도록 한 BEP 추출부(931)의 구성예를 도시하고 있다.

<482> 도 39의 BEP 추출부(931)는, 버퍼(1101), 참조 화소 추출부(1102), 인접 화소간 차분 절대값 계산부(1103), 재배열부(並替部; rearranging portion)(1104), 상위 추출부(1105), 및 BEP 계산부(1106)로 구성되어 있다.

<483> 버퍼(1101)는, 기본적으로 도 21에서의 버퍼(1011)와 마찬가지의 것이며, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상을 일시적으로 기억하고, 순차 필요에 따라서 참조 화소 추출부(1102)에 공급한다. 참조 화소 추출

부(1102)는, 기본적으로 도 21에서의 참조 화소 추출부(1012)와 마찬가지의 것이며, 순차, 주목 화소마다 참조 화소를 판독출력해서 인접 화소간 차분 절대값 계산부(1103)에 공급한다.

<486> 인접 화소간 차분 절대값 계산부(1103)는, 참조 화소 추출부(1102)로부터 공급되어 온 참조 화소 중, 상하 좌우 방향으로 인접하는 화소간의 화소값의 차분 절대값을 구해서 재배열부(1104)에 공급한다. 재배열부(1104)는, 인접 화소간 차분 절대값 계산부(1103)로부터 공급되어 오는 참조 화소의 인접 화소간 차분 절대값을 승순으로 재배열해서 상위 추출부(1105)에 공급한다.

<487> 상위 추출부(1105)는, 재배열부(1104)로부터 공급되어 온 인접 화소간 차분 절대값의 승순으로 재배열된 정보에 의거해서, 상위 N1번째 내지 N2번째 순위의 값은 추출해서, BEP 계산부(1106)에 공급한다. BEP 계산부(1106)는, 상위 추출부(1105)로부터 공급되어 온, 인접 화소간 차분 절대값의 승순으로 재배열된 정보에 의거해서, 상위 N1번째 내지 N2번째 순위의 값의 평균값을 BEP로서 구하고, 특징량 합성부(933)에 공급한다.

<488> 여기서, 도 40의 플로차트를 참조해서, 도 39의 BEP 추출부(931)에 의한 BEP 추출 처리에 대해서 설명한다.

<489> 스텝 S1001에서, 버퍼(1101)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상을 일시적으로 기억한다.

<490> 스텝 S1002에서, 참조 화소 추출부(1102)는, 버퍼(1101)로부터, 미처리 화소를 주목 화소로 설정함과 동시에, 스텝 S1003에서, 주목 화소에 대응해서 설정되어 있는 참조 화소를 판독출력해서 인접 화소간 차분 절대값 계산부(1103)에 공급한다.

<491> 스텝 S1004에서, 인접 화소간 차분 절대값 계산부(1103)는, 미처리 참조 화소의 인접 화소간(주목 화소를 포함한다)의 화소값의 차분 절대값을 계산하고, 재배열부(1104)에 공급한다.

<492> 스텝 S1005에서, 재배열부(1104)는, 인접 화소간 차분 절대값 계산부(1103)로부터 공급되어 온 인접 화소간 차분 절대값을 축적한다.

<493> 스텝 S1006에서, 인접 화소간 차분 절대값 계산부(1103)는, 참조 화소에서의 모든 인접 화소간 차분 절대값을 구했는지 여부를 판정하고, 예를 들면 모든 인접 화소간 차분 절대값이 구해져 있지 않다고 판정된 경우, 처리는, 스텝 S1004로 되돌아간다.

<494> 즉, 모든 인접 화소간 차분 절대값이 구해지기까지, 스텝 S1004 내지 S1006의 처리가 되풀이된다. 그리고, 스텝 S1004에서, 모든 인접 화소간 차분 절대값이 구해져서, 재배열부(1104)에 모두 축적되어 있다고 판정된 경우, 스텝 S1007에서, 재배열부(1104)는, 인접 화소간 차분 절대값의 합산(合算) 결과를 승순으로 재배열해서 상위 추출부(1105)에 공급한다. 즉, 재배열부(1104)는, 예를 들면, 도 41에 도시되는 바와 같이, 인접 화소간 차분 절대값을 승순으로 재배열해서, 상위 추출부(1105)에 공급한다. 또한, 도 41에서는, 횡축이 순위를 나타내고 있고, 종축이 인접 화소간 차분 절대값을 나타내고 있다.

<495> 스텝 S1008에서, 상위 추출부(1105)는, 재배열부(1104)로부터 공급되어 온 승순으로 재배열되어 있는 인접 화소간 차분 절대값으로부터 상위 N1번째 내지 N2번째 순위의 인접 화소간 차분 절대값을 추출하고, BEP 계산부(1106)에 공급한다. 즉, 예를 들면 도 41의 경우, 도면중의 상위 N1번째 내지 N2번째 순위의 인접 화소간 차분 절대값으로부터 추출된다.

<496> 스텝 S1009에서, BEP 계산부(1106)는, 상위 N1번째 내지 N2번째 순위의 인접 화소간 차분 절대값의 평균값을 BEP로서 계산하고, 특징량 합성부(933)에 출력한다.

<497> 스텝 S1010에서, 참조 화소 추출부(1102)는, 버퍼(1101)에 기억되어 있는 화상에서의 모든 화소에 대해서, BEP 가 구해졌는지 여부를 판정한다. 스텝 S1010에서, 화상의 모든 화소에 대해서 BEP가 구해져 있지 않은 경우, 처리는, 스텝 S1002로 되돌아간다. 즉, 버퍼(1101)에 기억된 화상의 모든 화소에 대해서 BEP가 구해지기까지, 스텝 S1002 내지 S1010의 처리가 되풀이된다. 그리고, 스텝 S1010에서, 화상내의 모든 화소에 대해서 BEP가 구해졌다고 판정된 경우, BEP 추출 처리가 종료한다.

<498> 이상의 처리에 의해, 화상에서의 광역의 예지를 표현하는 특징량인 BEP가 구해진다. 즉, BEP는, 인접 화소간 차분 절대값의 상위 N1번째 내지 N2번째 순위의 평균값이며, 참조 화소의 인접 화소간 차분 절대값 중 비교적 큰 값이, 광역의 예지를 표현하는 특징량으로서 추출된다.

<499> 또한, 이상에서는, 상위 N1번째 내지 N2번째 순위의 평균값을 BEP로 하는 예에 대해서 설명해 왔지만, 참조 화소에서의 인접 화소간 차분 절대값을 이용한 광역의 특징량이 구해지면 좋으므로, 구하는 방법은 이상의 방법 이외이더라도 좋고, 예를 들면 평균값이 아니라 각 인접 화소간 차분 절대값에 대해서 무게를 부가(付加)해서

곱합을 이용하도록 해도 좋고, 또 도 41에 도시되는 바와 같이, 상위 N1번째 내지 N2번째 전후의 N번째 순위의 값을 그대로 BEP로 하도록 해도 좋다.

<500> 또, 이상에서는, 도 28의 플로차트를 참조해서 설명한 BFP 추출 처리와 같이, 참조 화소의 인접 화소간 차분 절대값을 소정의 임계값 th와 비교하고, 임계값 th보다도 큰 값에 대해서는, 함수에 의해 소정의 값을 설정하고, 모든 참조 화소에서의 총합을 BFP로 하는 예에 대해서 설명해 왔지만, 참조 화소의 화소값의 변화가 작은 부분이 구해지면 좋으므로, 그 밖의 방법이라도 좋고, 예를 들면 각 참조 화소의 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값을 승순으로 재배열해서, 하위의 차분 절대값을 이용해서 구하도록 해도 좋다.

<501> 도 42에는, 각 참조 화소의 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값을 승순으로 재배열해서, 하위의 차분 절대값을 이용해서 참조 화소의 평탄부의 존재를 표현하는 BFP를 구하도록 한 BFP 추출부(932)의 구성예를 도시하고 있다.

<502> 도 42의 BFP 추출부(932)는, 버퍼(1121), 참조 화소 추출부(1122), 인접 화소간 차분 절대값 계산부(1123), 재배열부(1124), 하위 추출부(1125), 및 BFP 계산부(1126)로 구성되어 있다.

<503> 버퍼(1121)는, 기본적으로 도 22에서의 버퍼(1031)와 마찬가지의 것이며, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상을 일시적으로 기억하고, 순차 필요에 따라서 참조 화소 추출부(1122)에 공급한다. 참조 화소 추출부(1122)는, 기본적으로 도 22에서의 참조 화소 추출부(1032)와 마찬가지의 것이며, 순차, 주목 화소마다 참조 화소를 판독출력해서 인접 화소간 차분 절대값 계산부(1123)에 공급한다.

<504> 인접 화소간 차분 절대값 계산부(1123)는, 참조 화소 추출부(1122)로부터 공급되어 온 참조 화소 중, 상하 좌우 방향으로 인접하는 화소간의 화소값 차분 절대값을 구해서 재배열부(1124)에 공급한다. 재배열부(1124)는, 인접 화소간 차분 절대값 계산부(1123)로부터 공급되어 오는 참조 화소의 인접 화소간 차분 절대값을 승순으로 재배열해서 하위 추출부(1125)에 공급한다.

<505> 하위 추출부(1125)는, 재배열부(1124)로부터 공급되어 온 인접 화소간 차분 절대값의 승순으로 재배열된 정보에 의거해서, 하위 n1번째 내지 n2번째 순위의 값을 추출해서, BFP 계산부(1126)에 공급한다. BFP 계산부(1126)는, 하위 추출부(1125)로부터 공급되어 온, 인접 화소간 차분 절대값의 승순으로 재배열된 정보에 의거해서, 하위 n1번째 내지 n2번째 순위의 값의 평균값을 BFP로서 구하고, 특징량 합성부(933)에 공급한다.

<506> 여기서, 도 43의 플로차트를 참조해서, 도 42의 BFP 추출부(932)에 의한 BFP 추출 처리에 대해서 설명한다.

<507> 스텝 S1031에서, 버퍼(1121)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상을 일시적으로 기억한다.

<508> 스텝 S1032에서, 참조 화소 추출부(1122)는, 버퍼(1121)로부터, 미처리 화소를 주목 화소로 설정함과 동시에, 스텝 S1033에서, 주목 화소에 대응해서 설정되어 있는 참조 화소를 판독출력해서 인접 화소간 차분 절대값 계산부(1123)에 공급한다.

<509> 스텝 S1034에서, 인접 화소간 차분 절대값 계산부(1123)는, 미처리 참조 화소의 인접 화소간(주목 화소를 포함한다)의 화소값의 차분 절대값을 계산하고, 재배열부(1124)에 공급한다.

<510> 스텝 S1035에서, 재배열부(1124)는, 인접 화소간 차분 절대값 계산부(1123)로부터 공급되어 온 인접 화소간 차분 절대값을 축적한다.

<511> 스텝 S1036에서, 인접 화소간 차분 절대값 계산부(1123)는, 참조 화소에서의 모든 인접 화소간 차분 절대값을 구했는지 여부를 판정하고, 예를 들면 모든 인접 화소간 차분 절대값이 구해져 있지 않다고 판정된 경우, 처리는, 스텝 S1034로 되돌아간다.

<512> 즉, 모든 인접 화소간 차분 절대값이 구해지기까지, 스텝 S1034 내지 S1036의 처리가 되풀이된다. 그리고, 스텝 S1036에서, 모든 인접 화소간 차분 절대값이 구해져서, 재배열부(1124)에 모두 축적되어 있다고 판정된 경우, 스텝 S1037에서, 재배열부(1124)는, 인접 화소간 차분 절대값의 합산 결과를 승순으로 재배열해서 하위 추출부(1125)에 공급한다. 즉, 재배열부(1124)는, 예를 들면 도 44에 도시되는 바와 같이, 인접 화소간 차분 절대값을 승순으로 재배열해서, 하위 추출부(1125)에 공급한다. 또한, 도 44에서는, 횡축이 순위를 나타내고 있고, 종축이 인접 화소간 차분 절대값을 나타내고 있다.

<513> 스텝 S1038에서, 하위 추출부(1125)는, 재배열부(1124)로부터 공급되어 온 승순으로 재배열되어 있는 인접 화소간 차분 절대값으로부터 하위 n1번째 내지 n2번째 순위의 인접 화소간 차분 절대값을 추출하고, BFP 계산부(1126)에 공급한다. 즉, 예를 들면 도 44의 경우, 도면중의 하위 n1번째 내지 n2번째 순위의 인접 화소간 차

분 절대값으로부터 추출된다.

<514> 스텝 S1039에서, BFP 계산부(1126)는, 하위 n1번째 내지 n2번째 순위의 인접 화소간 차분 절대값의 평균값을 BFP로서 계산하고, 특징량 합성부(933)에 출력한다.

<515> 스텝 S1040에서, 참조 화소 추출부(1122)는, 버퍼(1121)에 기억되어 있는 화상에서의 모든 화소에 대해서, BFP가 구해졌는지 여부를 판정한다. 스텝 S1040에서, 화상의 모든 화소에 대해서 BFP가 구해져 있지 않은 경우, 처리는, 스텝 S1032로 되돌아간다. 즉, 버퍼(1121)에 기억된 화상의 모든 화소에 대해서 BFP가 구해지기까지, 스텝 S1032 내지 S1040의 처리가 되풀이된다. 그리고, 스텝 S1040에서, 화상내의 모든 화소에 대해서 BFP가 구해졌다고 판정된 경우, BFP 추출 처리가 종료한다.

<516> 이상의 처리에 의해, 화상에서의 광역의 평탄부를 표현하는 특징량인 BFP가 구해진다. 즉, BFP는, 인접 화소간 차분 절대값의 하위 n1번째 내지 n2번째 순위의 평균값이며, 참조 화소의 인접 화소간 차분 절대값 중 비교적 작은 값이, 광역의 평탄부를 표현하는 특징량으로서 추출된다.

<517> 또한, 이상에서는, 하위 n1번째 내지 n2번째 순위의 평균값을 BFP로 하는 예에 대해서 설명해 왔지만, 참조 화소에서의 인접 화소간 차분 절대값을 이용한 광역의 특징량이 구해지면 좋으므로, 구하는 방법은 이상의 방법 이외이더라도 좋고, 예를 들면 평균값이 아니라 각 인접 화소간 차분 절대값에 대해서 무게를 부가해서 곱합을 이용하도록 해도 좋고, 또 도 44에 도시되는 바와 같이, 하위 n1번째 내지 n2번째 순위의 전후의 n번째 순위의 값을 그대로 BFP로 하도록 해도 좋다.

<518> 또, 이상에서는, 도 33의 플로차트를 참조해서 설명한 PNDP 추출 처리와 같이, 참조 화소에 포함되는 장탭의 화소값 다이나믹 레인지로부터 구해지는 예에 대해서 설명해 왔지만, 참조 화소의 화소값 다이나믹 레인지 이용하도록 해도 좋다.

<519> 도 45에는, 참조 화소의 화소값 다이나믹 레인지 이용하도록 해서 PNDP를 구하도록 한 PNDP 추출부(971)의 구성예를 도시하고 있다.

<520> 도 45의 PNDP 추출부(971)는, 버퍼(1141), 참조 화소 추출부(1142), 화소값 축적부(1143), 최대값 최소값 추출부(1144), 및 PNDP 계산부(1145)로 구성되어 있다.

<521> 버퍼(1141)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상을 일시적으로 기억하고, 순차 필요에 따라서 참조 화소 추출부(1142)에 공급한다. 참조 화소 추출부(1142)는, 순차, 주목 화소마다 참조 화소를 판독출력해서, 화소값을 화소값 축적부(1143)에 축적시킨다.

<522> 최대값 최소값 추출부(1144)는, 화소값 축적부(1143)에 축적된 참조 화소의 모든 화소의 화소값 중, 최대값과 최소값을 추출해서 PNDP 계산부(1145)에 공급한다.

<523> PNDP 계산부(1145)는, 최대값 최소값 추출부(1144)로부터 공급되어 오는 모든 참조 화소의 화소값의 최대값으로부터 최소값을 뺀 값으로부터 참조 화소의 화소값 다이나믹 레인지 구하고, 주목 화소의 PNDP로서 출력한다.

<524> 다음에, 도 46의 플로차트를 참조해서, 도 45의 PNDP 추출부(971)에 의한 PNDP 추출 처리에 대해서 설명한다.

<525> 스텝 S1051에서, 버퍼(1141)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상을 일시적으로 기억한다.

<526> 스텝 S1052에서, 참조 화소 추출부(1142)는, 버퍼(1141)로부터, 미처리 화소를 주목 화소로 설정함과 동시에, 스텝 S1053에서, 주목 화소에 대응해서 설정되어 있는 참조 화소를 판독출력해서 그 화소값을, 스텝 S1054에서, 화소값 축적부(1143)에 축적시킨다.

<527> 스텝 S1055에서, 참조 화소 추출부(1142)는, 미처리 참조 화소가 존재하는지 여부, 즉 모든 참조 화소의 화소값이 화소값 축적부(1143)에 축적되었는지 여부를 판정하고, 미처리 참조 화소가 존재하는 경우, 그 처리는, 스텝 S1054로 되돌아간다. 즉, 모든 참조 화소에 대해서, 스텝 S1054, S1055의 처리가 되풀이된다.

<528> 그리고, 스텝 S1055에서, 미처리 참조 화소가 없는, 즉 모든 참조 화소에 대해서 화소값이 추출되고, 화소값 축적부(1143)에 모두 축적되어 있다고 판정된 경우, 스텝 S1056에서, 참조 화소 추출부(1142)는, 모든 참조 화소에 대해서 처리가 종료한 것을 최대값 최소값 추출부(1144)에 통지한다. 이것을 받아서, 최대값 최소값 추출부(1144)는, 화소값 축적부(1143)에 축적되어 있는 화소값 중, 최대값으로 되는 값과 최소값으로 되는 값을 추

출해서 PNDP 계산부(1145)에 공급한다.

<529> 스텝 S1057에서, PNDP 계산부(1145)는, 최대값 최소값 추출부(1144)로부터 공급되어 온 화소값의 최대값으로부터 최소값을 뺀 값인 참조 화소의 화소값 다이나믹 레인지지를, 주목 화소에 대한 PNDP로서 계산하고, 특징량 합성부(973)에 공급한다.

<530> 스텝 S1058에서, 참조 화소 추출부(1142)는, 버퍼(1141)에 기억되어 있는 화상에서의 모든 화소에 대해서, PNDP가 구해졌는지 여부를 판정한다. 스텝 S1058에서, 화상의 모든 화소에 대해서 PNDP가 구해져 있지 않은 경우, 처리는, 스텝 S1052로 되돌아간다. 즉, 버퍼(1141)에 기억된 화상의 모든 화소에 대해서 PNDP가 구해지기까지, 스텝 S1052 내지 S1058의 처리가 되풀이된다. 그리고, 스텝 S1058에서, 화상내의 모든 화소에 대해서 PNDP가 구해졌다고 판정된 경우, PNDP 추출 처리가 종료한다.

<531> 이상의 처리에 의해, 화상에서의 협역의 에지를 표현하는 특징량인 PNDP가 구해진다. 즉, PNDP는, 주목 화소에 대한 참조 화소내의 화소값 다이나믹 레인지지를 표현하는 것으로, 주목 화소가 속하는 협역 영역에 에지가 존재하는 바와 같은 경우, 큰 값으로 되고, 역으로 에지가 존재하지 않는 경우, 작은 값을 취하게 된다.

<532> 또, 이상에서는, 도 35의 플로차트를 참조해서 설명한 SNDP 추출 처리와 같이, 단탭의 화소값 다이나믹 레인지 중 최소의 값을 SNDP로서 추출하는 예에 대해서 설명해 왔지만, 협역의 평탄부의 경향을 특징량으로 이용할 수 있으면 좋으므로, 도 24의 SNDP 추출부(972)와 마찬가지로, 참조 화소와 주목 화소와의 차분 절대값을 함수로 변환하고, 참조 화소로부터 주목 화소까지의 경로에 따른 무게를 부가해서, 임계값과 비교하고, 비교 결과를 가산해서 SNDP로서 추출하도록 해도 좋다.

<533> 도 47에는, 참조 화소와 주목 화소와의 차분 절대값을 함수로 변환하고, 참조 화소로부터 주목 화소까지의 경로에 따른 무게를 부가해서, 임계값과 비교하고, 비교 결과를 가산해서 SNDP로서 추출하도록 한 SNDP 추출부(972)의 구성예를 도시하고 있다.

<534> 도 47의 SNDP 추출부(972)는, 버퍼(1161), 참조 화소 추출부(1162), 인접 화소간 차분 계산부(1163), 함수 변환부(1164), 무게 계산부(1165), 승산부(1166), 축적부(1167), 및 SNDP 계산부(1168)로 구성되어 있다.

<535> 버퍼(1161)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상을 일시적으로 기억하고, 순차 필요에 따라서 참조 화소 추출부(1162)에 공급한다. 참조 화소 추출부(1162)는, 순차, 주목 화소마다 참조 화소를 판독출력해서 인접 화소간 차분 계산부(1163) 및 무게 계산부(1165)에 공급한다.

<536> 인접 화소간 차분 계산부(1163)는, 참조 화소 추출부(1162)로부터 공급되어 온 모든 참조 화소와 주목 화소와의 차분 절대값을 함수 변환부(1164)에 공급한다. 함수 변환부(1164)는, 인접 화소간 차분 계산부(1163)로부터 공급되어 오는 화소간 차분 절대값을, 설정한 변환 함수로 변환하고 승산부(1166)에 공급한다.

<537> 무게 계산부(1165)는, 보간 화소 생성부(1165a) 및 차분 계산부(1165b)를 구비하고 있고, 참조 화소 추출부(1162)로부터 공급되어 오는 참조 화소의 위치마다, 주목 화소로부터의 거리에 따른 무게를 계산하고 승산부(1166)에 공급한다. 보다 상세하게는, 무게 계산부(1165)는, 차분 계산부(1165b)를 제어해서, 주목 화소와 참조 화소와의 경로 상에 존재하는 화소간의 차분 절대값을 적산하고, 적산 결과에 의거해서, 무게 w_s 를 구한다.

이 때, 무게 계산부(1165)는, 보간 화소 생성부(1165a)를 제어해서, 주목 화소와 참조 화소와의 경로 상에 필요에 따라서 보간에 의해 화소를 생성한다.

<538> 승산부(1166)는, 무게 계산부(1165)로부터 공급되어 오는 무게 w_s 와, 함수 변환부(1164)로부터 공급되어 오는 함수 변환된 화소간 차분 절대값을 승산하고, 축적부(1167)에 축적시킨다.

<539> SNDP 계산부(1168)는, 축적부(1167)에 축적되어 있는 승산 결과를 누적 가산하고, 주목 화소의 SNDP로서 출력한다.

<540> 여기서, 도 48의 플로차트를 참조해서, 도 47의 SNDP 추출부(972)에 의한 SNDP 추출 처리에 대해서 설명한다.

<541> 스텝 S1081에서, 버퍼(1161)는, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상을 일시적으로 기억한다.

<542> 스텝 S1082에서, 참조 화소 추출부(1162)는, 버퍼(1161)로부터, 미처리 화소를 주목 화소로 설정함과 동시에, 스텝 S1083에서, 주목 화소에 대응해서 설정되어 있는 참조 화소를 판독출력해서 인접 화소간 차분 계산부(1163) 및 무게 계산부(1165)에 공급한다.

- <543> 스텝 S1084에서, 인접 화소간 차분 계산부(1163)는, 미처리 참조 화소, 즉 주목 화소의 화소값과의 차분 절대값을 계산하고 있지 않은 참조 화소에 대해서, 주목 화소와의 화소값의 화소간 차분 절대값 g 를 계산하고, 함수 변환부(1164)에 공급한다.
- <544> 스텝 S1085에서, 함수 변환부(1164)는, 미리 설정되는 함수 F 에 의거해서, 인접 화소간 차분 계산부(1163)로부터 공급되어 온 화소간 차분 절대값 g 를 변환하고, 승산부(1166)에 공급한다. 보다 상세하게는, 함수 변환부(1164)는, 예를 들면 도 49의 실선으로 나타내어지는 함수 $F(g)$ 에 의거해서, 값을 변환하고, 변환한 값을 승산부(1166)에 출력한다. 도 49의 실선으로 나타내어지는 함수 $F(g)$ 에서는, 화소간 차분 절대값 g 는, 함수 F 에 의해, 소정의 값보다 작을 때 보다 크고, 소정의 값보다 클 때 보다 작게 변환된다. 즉, 소정의 값을 경계로 해서 값이 변화한다.
- <545> 스텝 S1086에서, 무게 계산부(1165)는, 주목 화소와 참조 화소와의 사이에 보간 생성해야 할 화소가 존재하는지 여부를 판정한다. 보다 상세하게는, 예를 들면 도 50에 도시되는 바와 같이, 주목 화소 $P(0, 0)$ 과 도면중의 이중(二重) 동그라미 표시로 나타내어지는 참조 화소 $P(2, 4)$ 이었던 경우, 주목 화소 $P(0, 0)$ 과 참조 화소 $P(2, 4)$ 와의 경로 상에는, 보간 화소 $P(0, 5, 1), P(1, 5, 3)$ 이 필요하게 되기 때문에, 보간이 필요한 화소가 존재한다고 판정되게 된다. 이 경우, 처리는, 스텝 S1087로 진행한다.
- <546> 스텝 S1087에서, 무게 계산부(1165)는, 보간 화소 생성부(1165a)를 제어하고, 보간 화소를 생성시킨다. 예를 들면, 도 50에서 주목 화소 $P(0, 0)$ 과 참조 화소 $P(2, 4)$ 와의 경우, 보간 화소 생성부(1165a)는, 보간 화소 $P(0, 5, 1), P(1, 5, 3)$ 의 화소값을, 예를 들면 각각 $(P(0, 1)+P(1, 1))/2, (P(1, 3)+P(1, 1))/2$ 등과 같이 평균값으로서 구한다. 또한, 보간의 방법은 이것에 한정되지 않고, 그 이외의 방법이라도 좋으며, 예를 들면 무게를 부가해서 총합을 구하도록 해도 좋다.
- <547> 스텝 S1086에서, 예를 들면 도 50에서 주목 화소 $P(0, 0)$ 과 도면중의 엑스(cross; ×) 표시로 나타내어지는 참조 화소 $P(3, 3)$ 이었던 경우, 주목 화소 $P(0, 0)$ 과 참조 화소 $P(3, 3)$ 과의 경로 상에는, 보간 화소 $P(1, 1), P(2, 2)$ 가 존재하기 때문에, 보간이 필요한 화소가 없기 때문에, 보간이 필요한 화소가 없다고 판정되게 된다. 이 경우, 처리는, 스텝 S1087의 처리는 스킵(skip; 건너뜀)된다.
- <548> 스텝 S1088에서, 무게 계산부(1165)는, 차분 계산부(1165b)를 제어해서, 주목 화소와 참조 화소와의 경로 상의 화소간 차분 절대값의 총합 D 를 계산하고, 총합 D 로부터 무게 $w_g=1-D/H$ (H 는 정수)를 구하고, 승산부(1166)에 공급한다. 즉, 도 50에서의 주목 화소 $P(0, 0)$ 과 참조 화소 $P(2, 4)$ 와의 경우, 차분 계산부(1165b)는, $|P(0, 0)-P(0, 5, 1)|, |P(0, 5, 1)-P(1, 2)|, |P(1, 2)-P(1, 5, 3)|, |P(1, 5, 3)-P(2, 4)|$ 의 총합 D 를 계산한다. 또, 무게 계산부(1165)는, 무게 $w_g=1-D/H$ 를 계산하고, 승산부(1166)에 공급한다. 또한, 무게 w_g 는, PNPD 등의 파라미터에 대응지은 값으로 해도 좋고, 예를 들면 무게 $w_g=1-D/PNPD$, 또는 무게 $w_g=1-D/(\sqrt{PNPD})$ 로 하도록 해도 좋다.
- <549> 스텝 S1089에서, 승산부(1166)는, 함수 변환부(1164)로부터 공급되어온 화소간 차분 절대값 g 와, 무게 계산부(1165)로부터 공급되어 온 무게 w_g 를 승산하고, 스텝 S1090에서, 축적부(1167)에 축적시킨다.
- <550> 스텝 S1091에서, 인접 화소간 차분 계산부(1163)는, 미처리 참조 화소가 존재하는지 여부를 판정하고, 존재하는 경우, 그 처리는, 스텝 S1084로 되돌아간다. 즉, 모든 참조 화소와 주목 화소와의 화소간 차분 절대값이, 스텝 S1084 내지 S1091의 처리가 되풀이되는 것에 의해 구해진다.
- <551> 그리고, 스텝 S1091에서, 미처리 참조 화소가 없다고 판정된 경우, 스텝 S1092에서, 인접 화소간 차분 계산부(1163)는, 모든 참조 화소에 대해서 처리가 종료된 것을 SNDP 계산부(1168)에 통지한다. SNDP 계산부(1168)는, 축적부(1167)에 축적되어 있는 승산 결과의 총합을 구해서 SNDP로서 출력한다.
- <552> 스텝 S1093에서, 참조 화소 추출부(1162)는, 버퍼(1161)에 기억되어 있는 화상에서의 모든 화소에 대해서, SNDP 가 구해졌는지 여부를 판정한다. 스텝 S1093에서, 화상의 모든 화소에 대해서 SNDP가 구해져 있지 않은 경우, 처리는, 스텝 S1082로 되돌아간다. 즉, 버퍼(1161)에 기억된 화상의 모든 화소에 대해서 SNDP가 구해지기까지, 스텝 S1082 내지 S1093의 처리가 되풀이된다. 그리고, 스텝 S1093에서, 화상내의 모든 화소에 대해서 SNDP가 구해졌다고 판정된 경우, SNDP 추출 처리가 종료한다.
- <553> 이상의 처리에 의해, 화상에서의 협역의 평탄부를 표현하는 특징량인 SNDP가 구해진다. 즉, SNDP는, 주목 화소가 속하는 협역이 평탄한 경우, 값이 커지고, 역으로 애지 등이 많이 존재하는, 평탄하지 않은 바와 같은 경우,

값이 작아진다.

<554> 이상에서, 변환 함수 F는, 예를 들면 도 49에 도시되는 바와 같은 것이어도 좋은 것은, 상술한 대로이지만, PNDP와 대응지우도록 해도 좋고, 예를 들면 화소간 차분 절대값 g가, 임계값 $th11=PNDP/b11$ 이상인 경우, $F(g)=AA$ (AA는 정수)로 하고, 화소간 차분 절대값 g가, 임계값 $th2=PNDP/b12$ 이하인 경우, $F(g)=BB$ (BB는 정수)로 하고, 또 화소간 차분 절대값 g가, 임계값 $th12=PNDP/b12$ 보다 크고 임계값 $th11=BEP/b11$ 보다 작은 경우, $F(g)=(BB-AA) \cdot (g-th11)/(th12-th11)+AA$ 로 하도록 해도 좋다. 또, 임계값 $th11$, $th12$ 는, PNDP의 경향을 사용할 수 있으면 좋으므로, 예를 들면, 임계값 $th11=(PNDP)^2/b11$, $th12=(PNDP)^2/b12$, 또는 임계값 $th11=(\sqrt{PNDP})/b11$, $th12=(\sqrt{PNDP})/b12$ 등을 이용하도록 해도 좋다.

<555> 이상에서는, 도 1에 도시되는 바와 같이, 자연화상 예측부(131) 및 인공화상 예측부(132)가, 각각 예측 처리를 행한 후, 그들을 자연화상 인공화상 판정부(114)에 의해 구해지는 인공화상도 Art에 의거해서 합성하는 예에 대해서 설명해 왔지만, 미리 자연 화상을 인공 화상을 분리해서, 각각 자연화상 예측부(131) 및 인공화상 예측부(132)에 공급하도록 해도 좋다.

<556> 도 51에는, 미리 자연 화상을 인공 화상을 분리해서, 각각 자연화상 예측부(131) 및 인공화상 예측부(132)에 공급하도록 한 화상 변환 장치(101)의 구성예를 도시하고 있다. 또한, 도 1에 있어서의 화상 변환 장치(101)과 마찬가지 구성에 대해서는, 동일한 부호를 붙이고(부가하고) 있으며, 그 설명은 적당히 생략하는 것으로 한다.

<557> 도 51의 화상 변환 장치(101)에서, 도 1의 화상 변환 장치(101)와 다른 것은, 출력 위상 변환부(112)의 후단에 분리부(1201)가 설치(設; provide, include)되어 있고, 자연화상 예측부(131) 및 인공화상 예측부(132)의 후단에 가산부(1202)가 설치되어 있는 점이 다르다.

<558> 분리부(1201)는, 자연화상 인공화상 판정부(114)로부터의 인공화상도 Art에 의거해서, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상을 화소 단위로 분리하고, 자연화상 예측부(131) 및 인공화상 예측부(132)에 공급한다.

<559> 가산부(1202)는, 자연화상 예측부(131) 및 인공화상 예측부(132)로부터 공급되어 오는 화소를 가산하는 것에 의해 즉 분리되어, 고화질화된 화소를 각각 분리전의 위치에 재배치(再配置; relocate)함으로써 화상으로 한다.

<560> 다음에, 도 52의 플로차트를 참조해서, 도 51의 화상 변환 장치(101)에 의한 화상 변환 처리에 대해서 설명한다. 또한, 도 52의 플로차트에서의 스텝 S1111 내지 S1114, S1116, S1117의 처리에 대해서는, 도 2의 플로차트에서의 스텝 S1 내지 S3, S6, S4, S5의 처리와 마찬가지이므로, 그 설명은 생략한다.

<561> 스텝 S1115에서, 분리부(1201)는, 자연화상 인공화상 판정부(114)로부터 공급되어 오는 인공화상도 Art에 의거해서, 출력 위상 변환부(112)로부터 공급되는 HD 화상을 화소 단위로 분리하고, 자연화상 예측부(131) 및 인공화상 예측부(132)에 각각 공급한다. 보다 상세하게는, 화소 단위로, 분리부(1201)는, 인공화상도 Art가 1인 경우, 그 화소를 인공화상 예측부(132)에 공급하고, 또한 인공화상도 Art가 0인 경우, 그 화소를 자연화상 예측부(131)에 공급한다. 또, 인공화상도 Art가 0보다 크고 1보다 작은 경우, 인공화상도의 정보와 함께 그 화소를 자연화상 예측부(131) 및 인공화상 예측부(132)의 양쪽에 공급한다. 이 때, 분리부(1201)는, 분리한 화소의 정보와 아울러(併), 자연화상 예측 처리 및 인공화상 예측 처리를 위해서, 입력 화상도 자연화상 예측부(131) 및 인공화상 예측부(132)에 공급한다.

<562> 그리고, 스텝 S1116, S1117의 처리에 의해, 자연화상 예측 처리 및 인공화상 예측 처리가 행해진 후, 스텝 S1118에서, 가산부(1202)는, 자연화상 예측부(131) 및 인공화상 예측부(132)로부터 공급되어 오는 화소를 합(合; add)치는 것에 의해, 고화질화된 화상을 생성해서 출력한다. 이 때, 분리부(1201)에 의해 분리될 때, 인공화상도 Art가 0보다 크고 1보다 작을 때에, 자연화상 예측부(131) 및 인공화상 예측부(132)의 각각에 인공화상도 Art가 부가된 상태에서 분리된 화소에 대해서는, 인공 화상에는, 인공화상도 Art를 곱함(승산함)과 동시에, 자연 화상에는 1로부터 인공화상도 Art를 뺀 값 (1-Art)를 곱한 후, 가산함으로써 화소를 생성한다.

<563> 이상의 처리에 의해, 도 1의 화상 변환 장치(101)와 마찬가지 효과를 얻는 것이 가능하게 된다. 또, 도 51의 화상 변환 장치(101)에서는, 인공화상도 Art에 의해 자연화상 예측부(131) 및 인공화상 예측부(132)에 각각 공급될 화소가 배분(振分; allocate; 할당)되므로, 처리 부하(負荷)를 저감시키는 것이 가능하게 된다.

<564> 또한, 이상에서는, 도 32에 도시되는 바와 같이, 광역 인공화상 경계선 L1이 광역 자연화상 경계선 L2의 위쪽에

존재하는 예에 대해서 설명해 왔지만, 이 위치 관계는 BEP 및 BFP로서 채용하는 특징량에 따라서는 역전(逆轉; reverse)되는 일도 있다.

<565> 즉, BEP로서, 참조 화소의 차분 다이나믹 레인지, 참조 화소를 이용한 화소값 다이나믹 레인지, 또는 참조 화소의 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값을 승순으로 재배열해서, 상위의 차분 절대값을 이용하는 경우로서, BFP로서, 참조 화소의 인접 화소간 차분 절대값을 소정의 임계값 th_w 와 비교하고, 임계값 th_w 보다 큰 값에 대해서는, 함수에 의해 소정의 값을 설정하고, 모든 참조 화소에서의 총합을 이용하는 바와 같은 때, 종축에 BFP, 및 횡축에 BEP를 취하면, 광역 인공 화상 경계선은, 광역 자연 화상 경계선보다도 위에 위치한다. 또, BEP로서, 참조 화소의 차분 다이나믹 레인지, 참조 화소를 이용한 화소값 다이나믹 레인지, 또는 참조 화소의 인접 화소간의 화소값의 차분 절대값을 승순으로 재배열해서, 상위의 차분 절대값을 이용하는 경우로서, BFP로서, 참조 화소의 인접 화소간 차분 절대값을 승순으로 재배열했을 때, 상위의 값을 이용하는 바와 같은 때, 종축에 BFP, 및 횡축에 BEP를 취하면, 광역 인공 화상 경계선은, 광역 자연 화상 경계선보다도 아래에 위치한다.

<566> 또, 광역 인공화상 경계선 L1 및 광역 자연화상 경계선 L2는, 예를 들면 화상 변환 처리를 할 때의 파라미터, 예를 들면 해상도 축값(軸值), 노이즈 축값, 줌 배율과 같은 설정에 의해, 광역 인공화상도 Art_b 의 값을 높게 하거나 낮게 하거나 하는 것이 가능하다.

<567> 즉, 도 53의 중단(中段)에 도시되는 광역 인공화상 경계선 L1 및 광역 자연화상 경계선 L2는, 도 32와 동일한 것이지만, 예를 들면 화상 변환 처리에서의 해상도를 변화시킨 경우, 해상도를 올렸을 때, 도 53의 상단(上段)에 도시되는 바와 같이, 광역 인공화상 경계선 L1' 및 광역 자연화상 경계선 L2' 가, 각각 광역 인공화상 경계선 L1 및 광역 자연화상 경계선 L2보다도 낮은 위치로 되기 때문에, 동일한 광역 특징량이면, 광역 인공화상도 Art_b 가 높은 값을 취하기 쉬운 상태로 된다. 한편, 해상도를 내렸을 때, 도 53의 하단(下段)에 도시되는 바와 같이, 광역 인공화상 경계선 L1'' 및 광역 자연화상 경계선 L2'' 가, 높은 위치로 되기 때문에, 동일한 광역 특징량이면, 광역 인공화상도 Art_b 가 낮은 값을 취하기 쉬운 상태로 된다.

<568> 이와 같이 해서, 이상에서는, 도 38에 도시되는 바와 같이, 협역 자연 화상 경계선 L11이 협역 인공 화상 경계선 L12의 상측에 존재하는 예에 대해서 설명해 왔지만, 이 위치 관계는 PNDP 및 SNDP로서 채용하는 특징량에 따라서는 역전되는 일도 있다.

<569> 즉, PNDP로서, 참조 화소의 화소값 다이나믹 레인지를 이용하는 경우로서, SNDP로서, 주목 화소와 각 참조 화소와의 경로에 의한 가중 차분 절대값 합을 이용했을 때, 종축에 PNDP, 및 횡축에 SNDP를 취하면, 협역 인공 화상 경계선 L12는, 협역 자연 화상 경계선 L11보다도 위에 위치한다. 또, PNDP로서, 장탭의 화소값 다이나믹 레인지를 이용하는 경우로서, SNDP로서, 단탭의 화소값 다이나믹 레인지를 이용하는 바와 같은 때, 종축에 PNDP, 및 횡축에 SNDP를 취하면, 협역 인공 화상 경계선 L12는, 협역 자연 화상 경계선 L11보다도 아래에 위치한다.

<570> 또, 협역 자연 화상 경계선 L11 및 협역 인공 화상 경계선 L12는, 예를 들면 화상 변환 처리를 할 때의 파라미터, 예를 들면 해상도 축값, 노이즈 축값, 줌 배율과 같은 설정에 의해, 협역 인공화상도 Art_n 의 값을 높게 하거나 낮게 하거나 하는 것이 가능하다.

<571> 즉, 도 54의 중단에 도시되는 협역 자연 화상 경계선 L11 및 협역 인공 화상 경계선 L12는, 도 38과 동일한 것 이지만, 예를 들면 화상 변환 처리에서의 노이즈 축값을 변화시킨 경우, 노이즈 축값을 올렸을 때, 도 54의 상단에 도시되는 바와 같이, 협역 자연 화상 경계선 L11' 및 협역 인공 화상 경계선 L12' 가, 각각 협역 자연 화상 경계선 L11 및 협역 인공 화상 경계선 L12보다도 낮은 위치로 되기 때문에, 동일한 협역 특징량이면, 협역 인공화상도 Art_n 이 높은 값을 취하기 쉬운 상태로 된다. 한편, 노이즈 축값을 내렸을 때, 도 54의 하단에 도시되는 바와 같이, 협역 자연 화상 경계선 L11'' 및 협역 인공 화상 경계선 L12'' 가, 각각 협역 자연 화상 경계선 L11 및 협역 인공 화상 경계선 L12보다도 높은 위치로 되기 때문에, 동일한 협역 특징량이면, 협역 인공화상도 Art_n 이 낮은 값을 취하기 쉬운 상태로 된다.

<572> 이상에서는, 광역 특징량으로서 BEP 및 BFP를, 협역 특징량으로서 PNDP 및 SNDP를 이용한 예에 대해서 설명해 왔지만, 광역 특징량에 대해서는, 에지나 평탄부를 표현할 수 있는 파라미터이면, BEP 및 BFP에 한정되는 것이 아니라, 그 이외의 특징량을 사용하도록 해도 좋다. 또, 협역 특징량에 대해서도 마찬가지로, 상술한 PNDP 및 SNDP 뿐만 아니라, 협역의 세선, 에지, 점, 에지 부근의 평탄부, 또는 그레이데이션 등을 표현할 수 있는 특징량이면, 그들 특징량을 사용하도록 해도 좋다. 또, 이상에서는, 광역 특징량 및 협역 특징량에 대해서, 각각 2종류의 특징량을 사용하는 예에 대해서 설명해 왔지만, 그 이상의 종류의 특징량을 사용하도록 해도 좋고, 그

경우, 인공 화상과 자연 화상과의 경계선에 대해서는, 도 32나 도 38에 도시되는 바와 같은 2차원이 아니라, 특징량의 수 n 에 따른 n 차원으로 표현되는 경계선 또는 경계면 등으로 되지만, n 차 공간에서의 특징량의 존재 영역을 판정하거나, 존재 영역에서, 경계선 간, 또는, 경계면 간의 거리의 비율을 구한다고 하는 기본적인 처리는 마찬가지이다.

<573> 이상에 의하면, 화상을 화소 단위로 자연 화상 또는 인공 화상을 식별하고, 자연화상 예측 처리 및 인공화상 예측 처리를 행하는 것이 가능하게 되며, 각 화소에 대해서 적절히 예측 처리를 행할 수 있으므로, 화상 전체의 품질을 적확하게 높이는 것이 가능하게 된다.

<574> 상술한 일련의 처리는, 하드웨어에 의해 실행시킬 수도 있지만, 소프트웨어에 의해 실행시킬 수도 있다. 일련의 처리를 소프트웨어에 의해 실행시키는 경우에는, 그 소프트웨어를 구성하는 프로그램이, 전용(専用)의 하드웨어에 실장(組入; built in)되어 있는 컴퓨터, 또는 각종 프로그램을 인스톨(install)함으로써, 각종 기능을 실행시키는 것이 가능한, 예를 들면 범용(汎用) 퍼스널 컴퓨터 등에 기록 매체로부터 인스톨된다.

<575> 도 55에는, 도 1, 도 51의 화상 변환 장치(101)의 전기적(電氣的)인 내부 구성을 소프트웨어에 의해 실현하는 경우의 퍼스널 컴퓨터의 1실시형태의 구성을 도시하고 있다. 퍼스널 컴퓨터의 CPU(2001)는, 퍼스널 컴퓨터의 전체 동작을 제어한다. 또, CPU(2001)는, 버스(2004) 및 입출력 인터페이스(2005)를 거쳐서 유저로부터 키보드나 마우스 등으로 이루어지는 입력부(2006)로부터 지령이 입력되면, 그것에 대응해서 ROM(Read Only Memory)(2002)에 격납되어 있는 프로그램을 실행한다. 혹은 또, CPU(2001)는, 드라이브(2010)에 접속된 자기(磁氣) 디스크, 광 디스크, 광자기 디스크, 또는 반도체 메모리를 포함하는 리무버블 미디어(2011)로부터 판독 출력되고, 기록부(2008)에 인스톨된 프로그램을, RAM(Random Access Memory)(2003)에 로드(load)해서 실행한다. 이것에 의해, 상술한 도 1, 도 51의 화상 변환 장치(101)의 기능이, 소프트웨어에 의해 실현되고 있다. 또, CPU(2001)는, 통신부(2009)를 제어해서, 외부와 통신하고, 데이터의 수수(授受; send and receive; 송수신)를 실행한다.

<576> 프로그램이 기록되어 있는 기록 매체는, 도 55에 도시하는 바와 같이, 컴퓨터와는 별도(別)로, 유저에게 프로그램을 제공하기 위해서 배포되는, 프로그램이 기록되어 있는 자기 디스크(플렉시블 디스크를 포함한다), 광 디스크(CD-ROM(Compact Disc-Read Only Memory), DVD(Digital Versatile Disk)를 포함한다), 광자기 디스크(MD(Mini-Disc)를 포함한다), 혹은 반도체 메모리를 포함하는 리무버블 미디어(2011) 등으로 이루어지는 패키지 미디어에 의해 구성될 뿐만 아니라, 컴퓨터에 미리 실장된 상태로 유저에게 제공되는, 프로그램이 기록되어 있는 ROM(2002)이나, 기록부(2008)에 포함되는 하드디스크 등으로 구성된다.

<577> 또한, 본 명세서에서, 기록 매체에 기록되는 프로그램을 기술하는 스텝은, 기재된 순서(順序; order)를 따라서 시계열적(時系列的)으로 행해지는 처리는 물론, 반드시 시계열적으로 처리되지 않아도, 병렬적 혹은 개별(個別)로 실행되는 처리를 포함하는 것이다.

발명의 효과

<578> 본 발명의 1측면에 따르면, 화상 전체의 품질을 적확하게 높이는 것이 가능하게 된다.

<579> 또, 본 발명의 1측면에 따르면, 화상에서의 자연 화상으로서의 요소를 포함하는 영역과 인공 화상으로서의 요소를 포함하는 영역을 구별해서, 각각의 영역에 대해서 화상의 품질을 향상시키기 위해서 최적한 처리를 행하는 것이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 본 발명을 적용한 화상 변환 장치의 1실시형태의 구성을 도시하는 블록도,
- <2> 도 2는 도 1의 화상 변환 장치에 의해 실행되는 화상 변환 처리를 설명하는 플로차트,
- <3> 도 3은 자연화상 예측부의 상세 구성예를 도시하는 블록도,
- <4> 도 4는 클래스 템의 템 구조를 도시하는 도면,
- <5> 도 5는 예측 템의 템 구조를 도시하는 도면,
- <6> 도 6은 자연화상 예측 처리의 상세를 설명하는 플로차트,
- <7> 도 7은 학습 장치의 구성예를 도시하는 블록도,

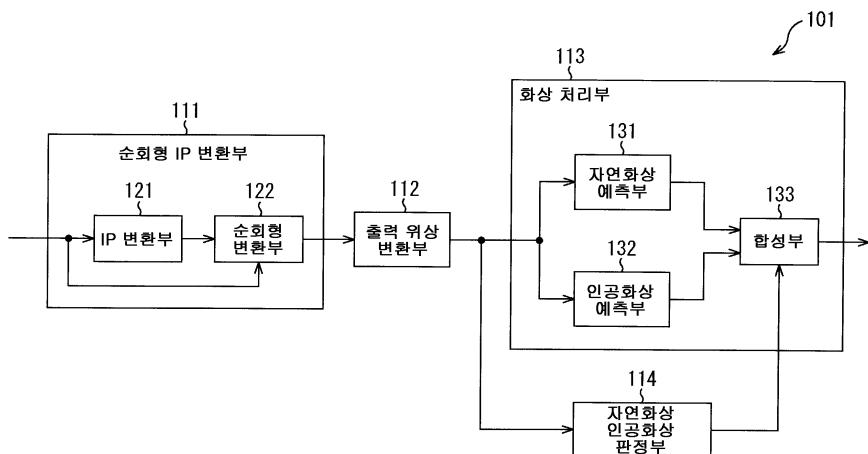
- <8> 도 8은 교사 화상과 학생 화상의 화소의 위치 관계를 설명하는 도면,
- <9> 도 9는 학습 처리를 설명하는 플로차트,
- <10> 도 10은 인공화상 예측부의 구성예를 도시하는 블록도,
- <11> 도 11은 클래스 분류부의 상세 구성예를 도시하는 블록도,
- <12> 도 12는 다른 클래스 템의 템 구조를 도시하는 도면,
- <13> 도 13은 예측부의 상세 구성예를 도시하는 블록도,
- <14> 도 14는 다른 예측 템의 템 구조를 도시하는 도면,
- <15> 도 15는 인공화상 예측 처리를 설명하는 플로차트,
- <16> 도 16은 클래스 분류 처리를 설명하는 플로차트,
- <17> 도 17은 다른 학습 장치의 구성예를 도시하는 블록도,
- <18> 도 18은 생성부의 상세 구성예를 도시하는 블록도,
- <19> 도 19는 다른 학습 처리를 설명하는 플로차트,
- <20> 도 20은 자연화상 인공화상 판정부의 구성예를 도시하는 블록도,
- <21> 도 21은 도 20의 BEP 추출부의 구성예를 도시하는 블록도,
- <22> 도 22는 도 20의 BFP 추출부의 구성예를 도시하는 블록도,
- <23> 도 23은 도 20의 PNDP 추출부의 구성예를 도시하는 블록도,
- <24> 도 24는 도 20의 SNDP 추출부의 구성예를 도시하는 블록도,
- <25> 도 25는 도 20의 자연화상 인공화상 판정부에 의한 자연화상 인공화상 판정 처리를 설명하는 플로차트,
- <26> 도 26은 도 21의 BEP 추출부에 의한 BEP 추출 처리를 설명하는 플로차트,
- <27> 도 27은 참조 화소를 설명하는 도면,
- <28> 도 28은 도 22의 BFP 추출부에 의한 BFP 추출 처리를 설명하는 플로차트,
- <29> 도 29는 인접 화소간 차분 절대값을 구하는 참조 화소의 관계에 대해서 설명하는 도면,
- <30> 도 30은 변환 함수 f 를 설명하는 도면,
- <31> 도 31은 광역 인공화상도 산출 처리를 설명하는 플로차트,
- <32> 도 32는 광역 경계선을 설명하는 도면,
- <33> 도 33은 도 23의 PNDP 추출부에 의한 PNDP 추출 처리를 설명하는 플로차트,
- <34> 도 34는 장템을 설명하는 도면,
- <35> 도 35는 도 24의 SNDP 추출부에 의한 SNDP 추출 처리를 설명하는 플로차트,
- <36> 도 36은 단템을 설명하는 도면,
- <37> 도 37은 협역 인공화상도 산출 처리를 설명하는 플로차트,
- <38> 도 38은 협역 경계선을 설명하는 도면,
- <39> 도 39는 BEP 추출부의 그 밖의 구성예를 도시하는 블록도,
- <40> 도 40은 도 39의 BEP 추출부에 의한 BEP 추출 처리를 설명하는 플로차트,
- <41> 도 41은 도 39의 BEP 추출부에 의한 BEP 추출 처리를 설명하는 도면,
- <42> 도 42는 BFP 추출부의 그 밖의 구성예를 도시하는 블록도,
- <43> 도 43은 도 42의 BFP 추출부에 의한 BFP 추출 처리를 설명하는 플로차트,

- <44> 도 44는 도 42의 BFP 추출부에 의한 BFP 추출 처리를 설명하는 도면,
- <45> 도 45는 PNDP 추출부의 그 밖의 구성예를 도시하는 블록도,
- <46> 도 46은 도 45의 PNDP 추출부에 의한 PNDP 추출 처리를 설명하는 플로차트,
- <47> 도 47은 SNDP 추출부의 그 밖의 구성예를 도시하는 블록도,
- <48> 도 48은 도 47의 SNDP 추출부에 의한 SNDP 추출 처리를 설명하는 플로차트,
- <49> 도 49는 변환 함수 F를 설명하는 도면,
- <50> 도 50은 보간 생성하는 화소를 설명하는 도면,
- <51> 도 51은 화상 변환 장치의 그 밖의 구성예를 설명하는 도면,
- <52> 도 52는 도 51에 의한 화상 변환 처리를 설명하는 플로차트,
- <53> 도 53은 광역 인공화상 경계선 및 광역 자연화상 경계선을 설명하는 도면,
- <54> 도 54는 협역 인공화상 경계선 및 협역 자연화상 경계선을 설명하는 도면,
- <55> 도 55는 매체를 설명하는 도면.
- <56> [부호의 설명]

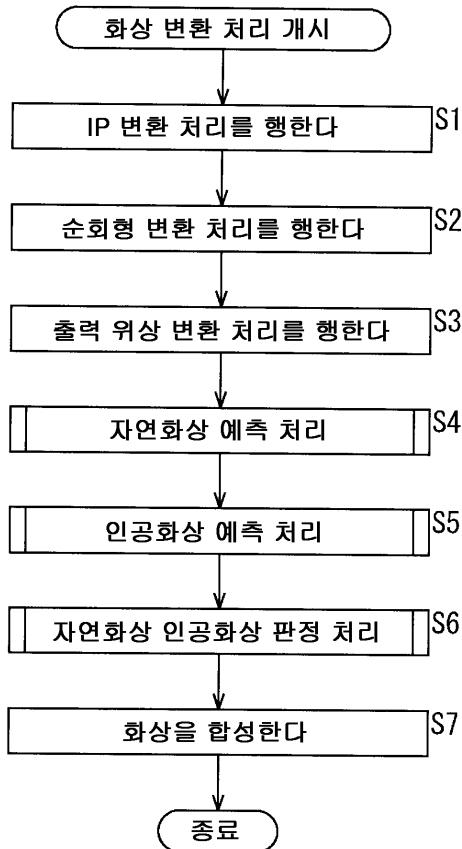
<57> 114: 자연화상 인공화상 판정부, 651: 클래스 분류부, 652: 계수종 메모리, 653: 예측 계수 생성부, 654: 예측 계수 메모리, 655: 예측부, 811: 학습 장치, 822: 클래스 분류부, 823: 생성부, 824: 계수 생성부, 825: 정규 방정식 생성부, 826: 계수종 결정부, 827: 계수종 메모리, 831: 예측탭 추출부, 832: 정규 방정식 생성부, 840: 클래스 분류부, 841: 클래스 결정부, 861: 클래스 분류기, 862: 클래스 분류기, 863: 클래스 선택부, 911: 광역 특징량 추출부, 912: 광역 인공화상도 산출부, 913: 인공화상도 생성부, 914: 협역 특징량 추출부, 915: 협역 인공화상도 산출부, 931: BEP 추출부, 932: BFP 추출부, 952: 광역 경계선 비교부, 971: PNDP 추출부, 972: SNDP 추출부, 992: 협역 경계선 비교부.

도면

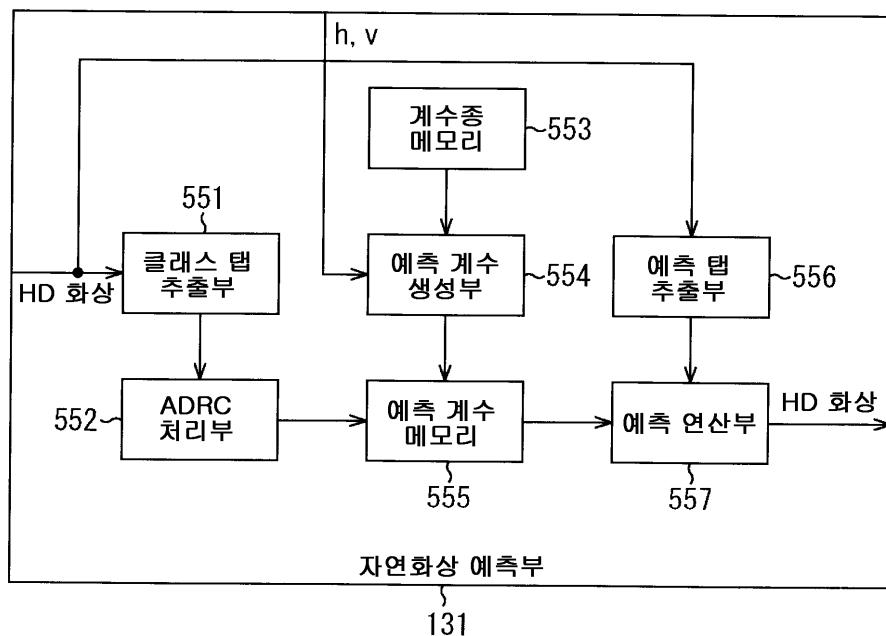
도면1



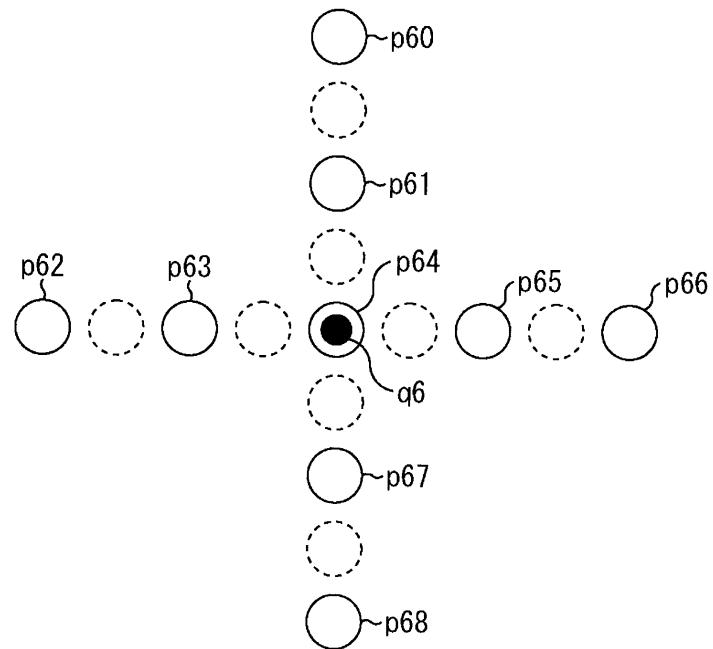
도면2



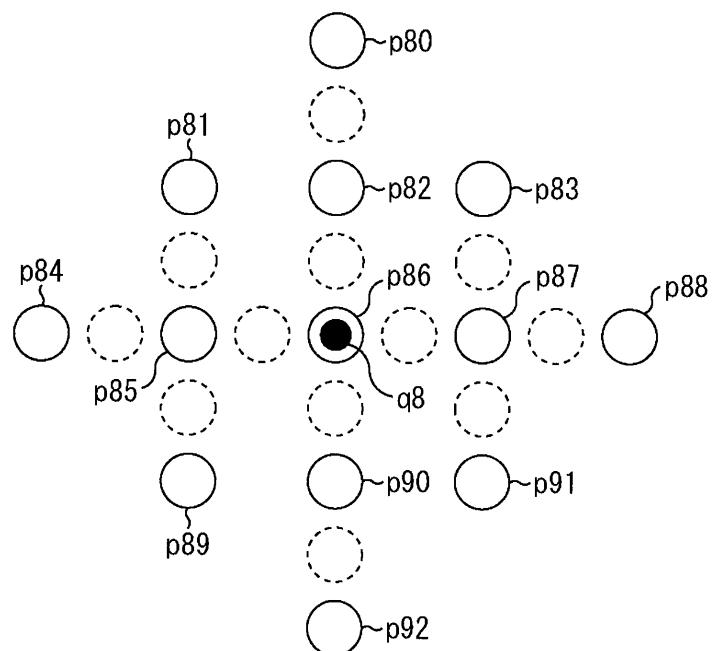
도면3



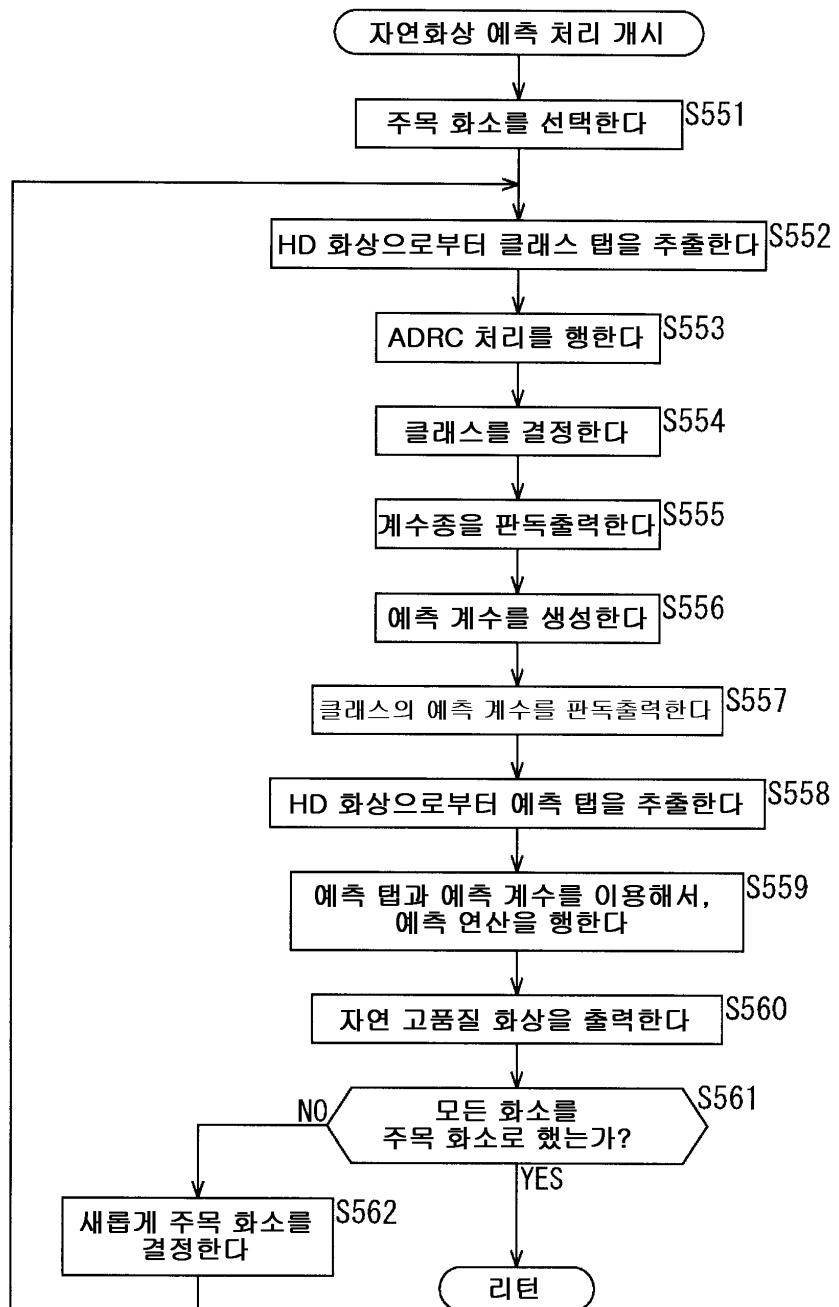
도면4



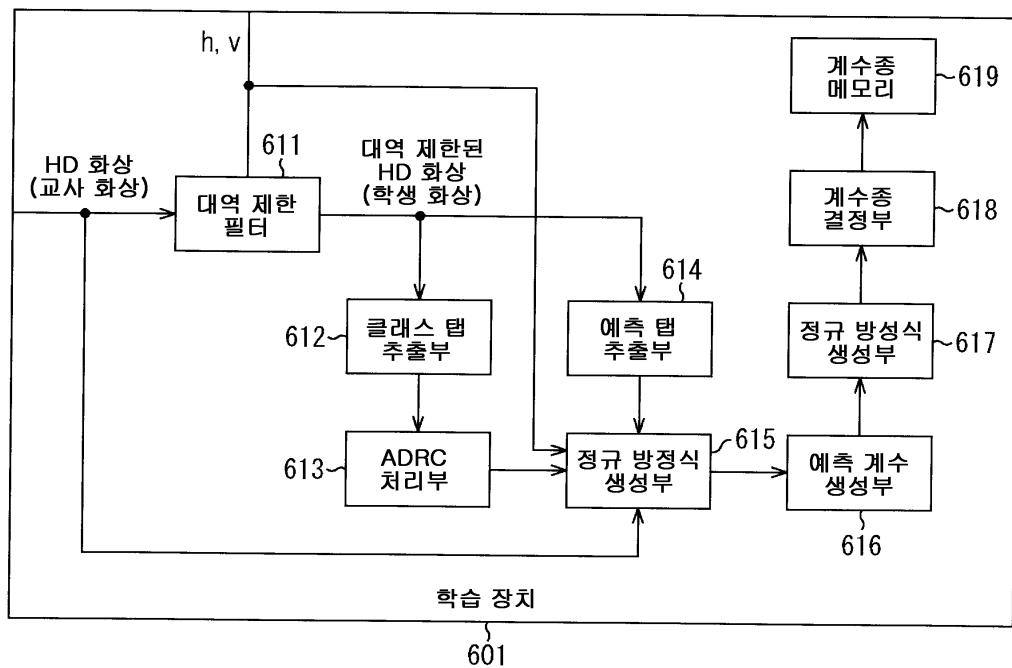
도면5



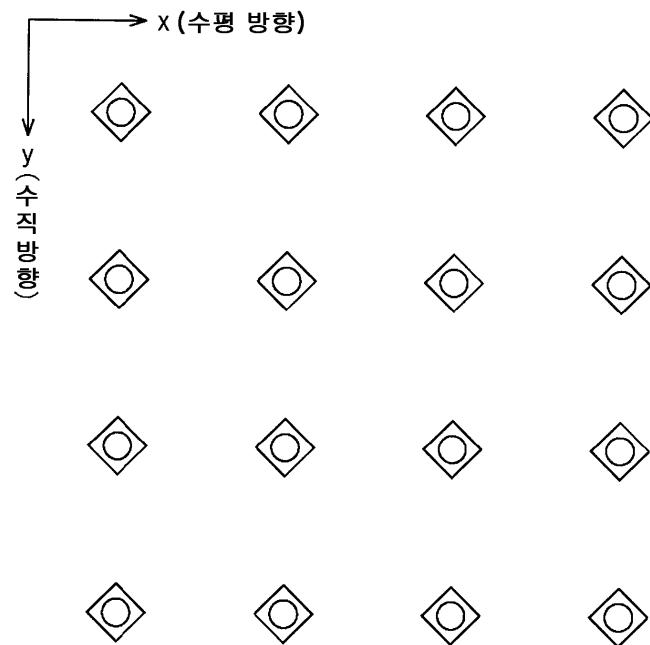
도면6



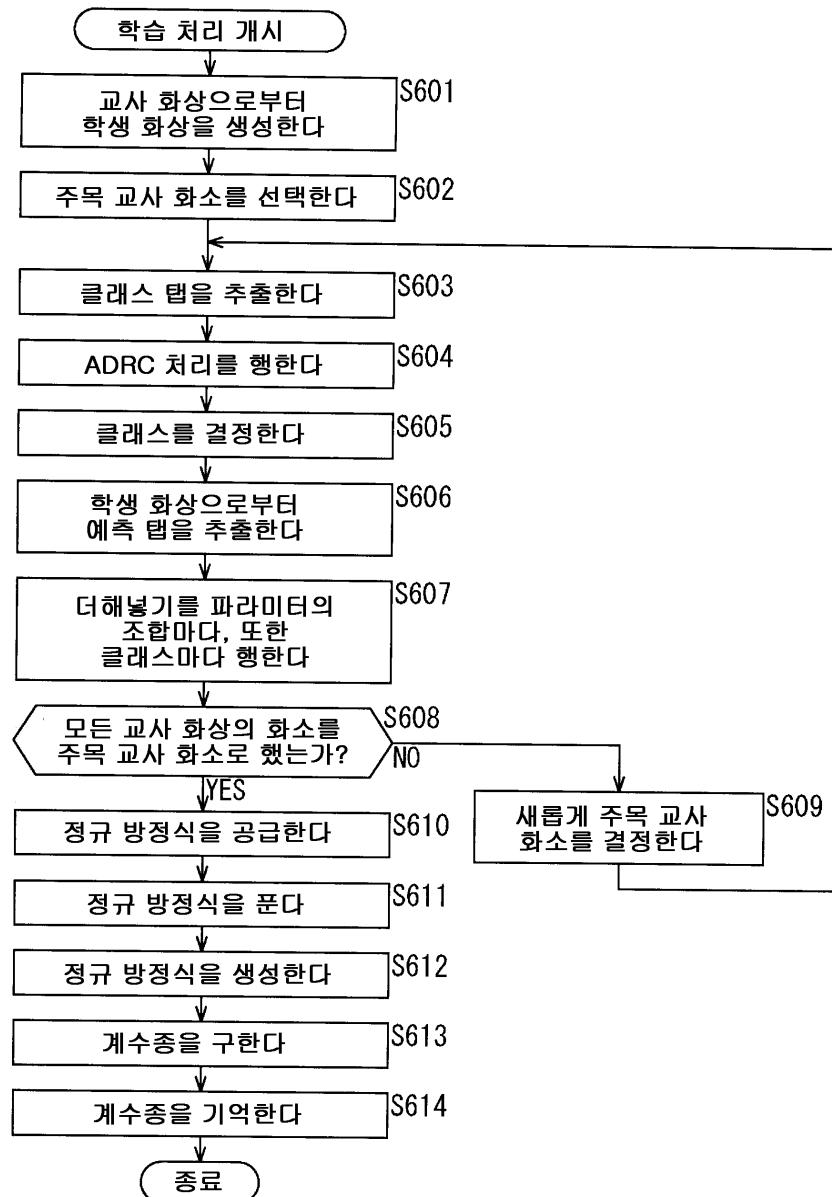
도면7



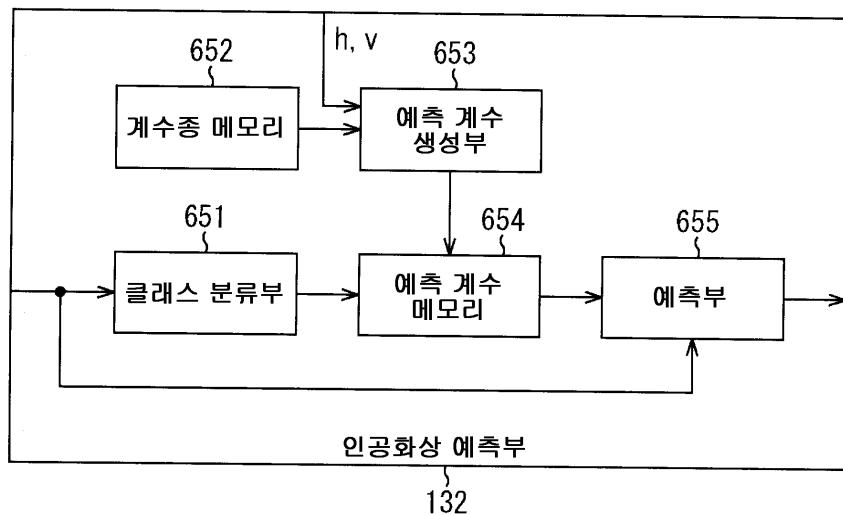
도면8



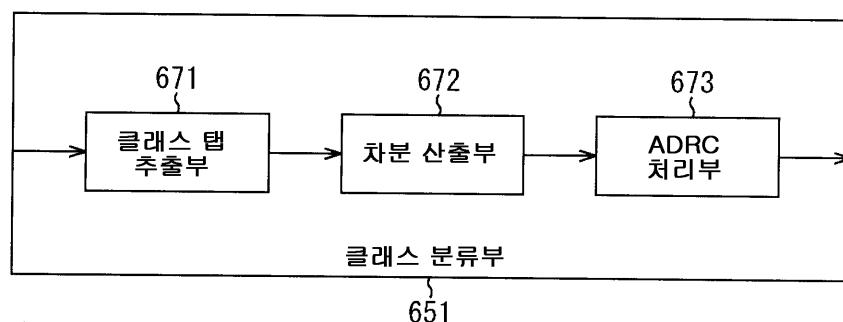
도면9



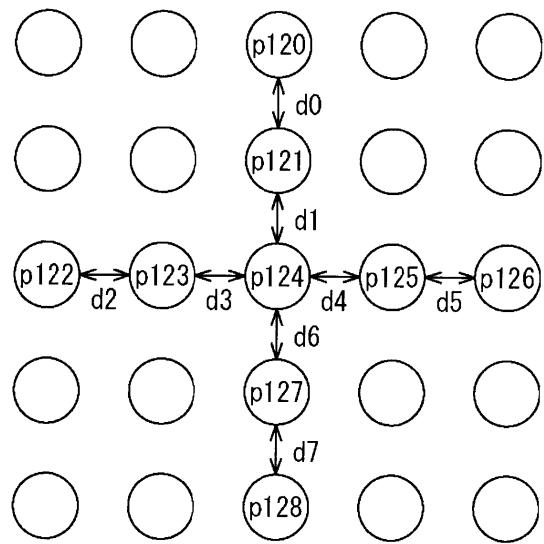
도면10



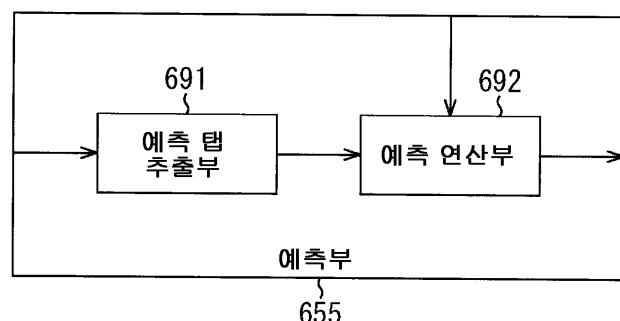
도면11



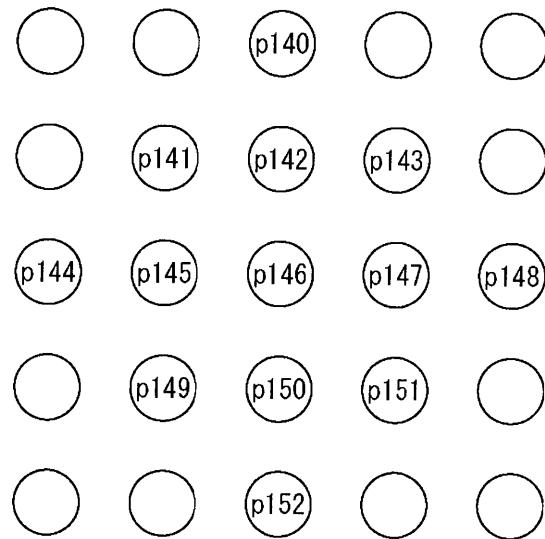
도면12



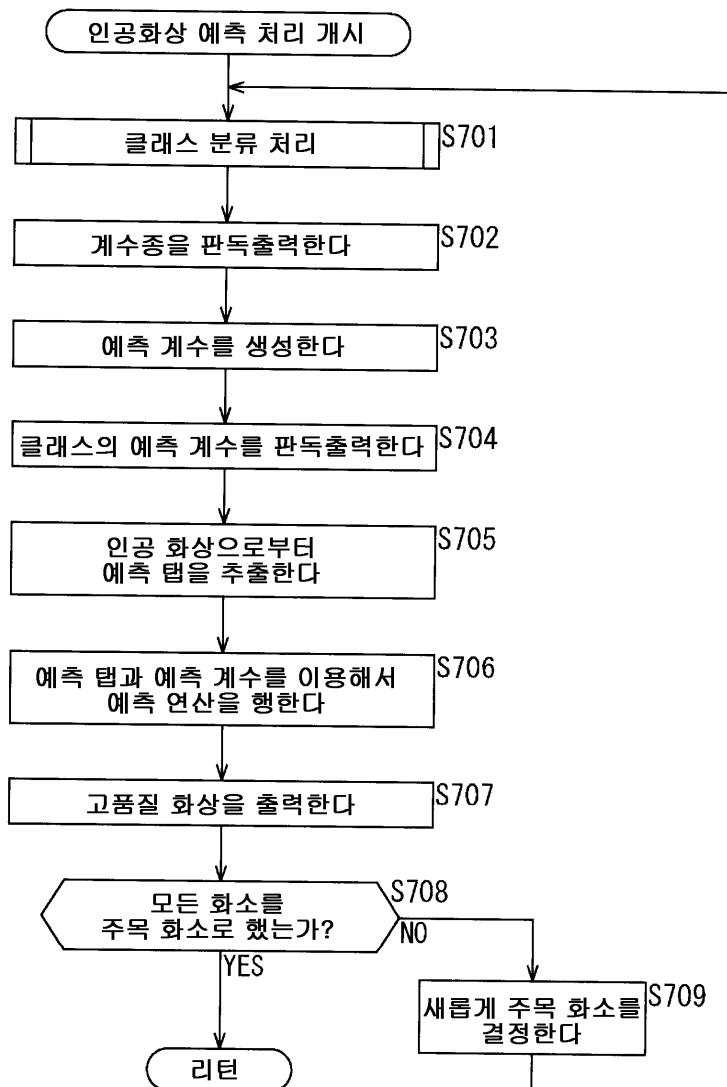
도면13



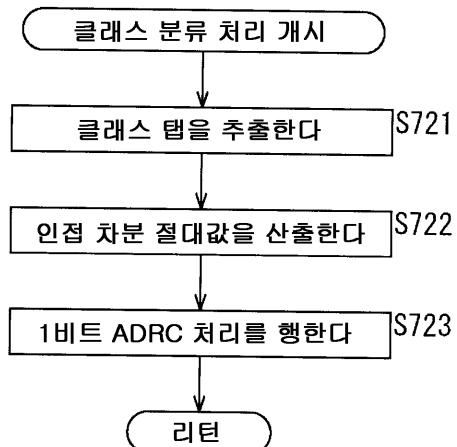
도면14



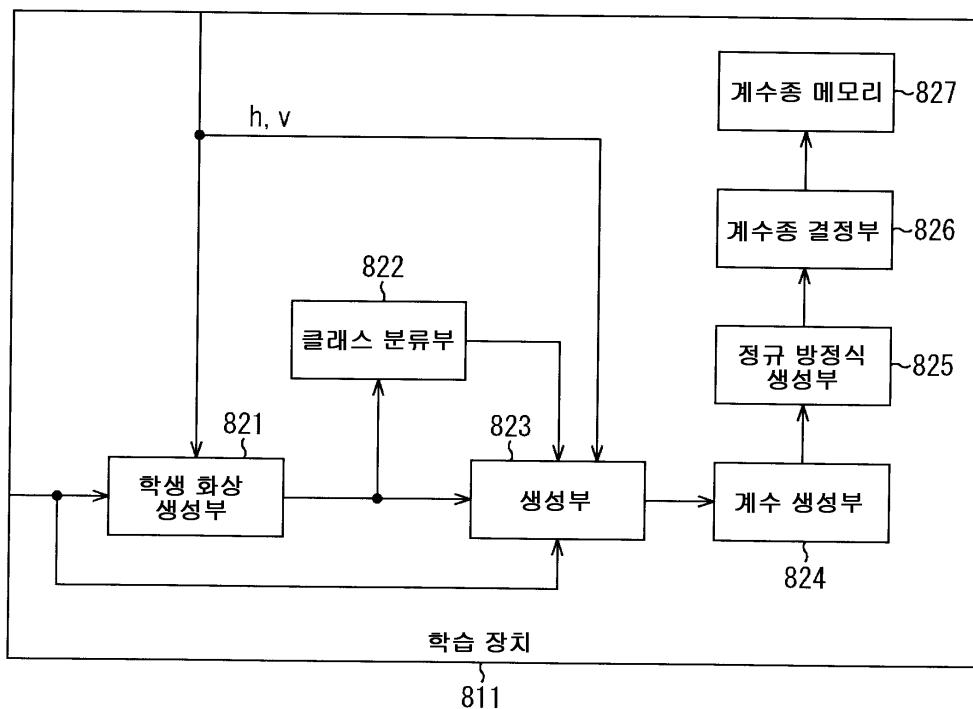
도면15



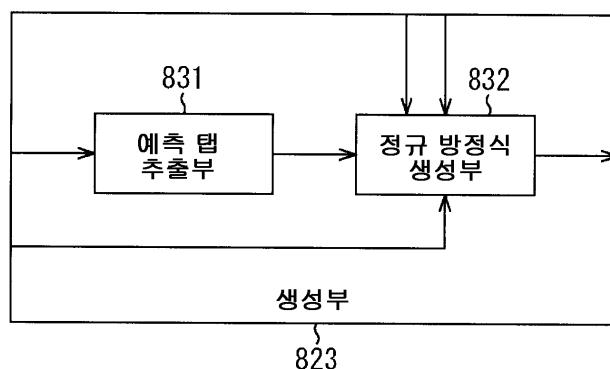
도면16



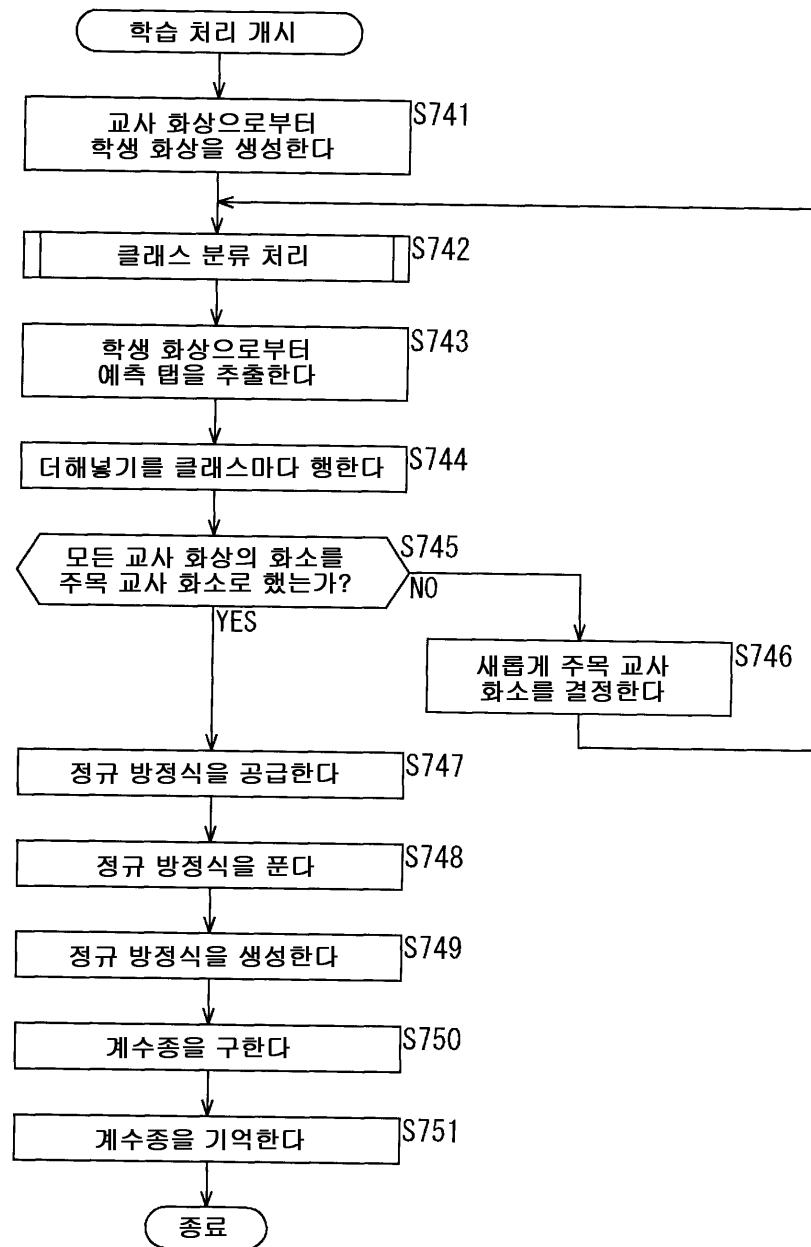
도면17



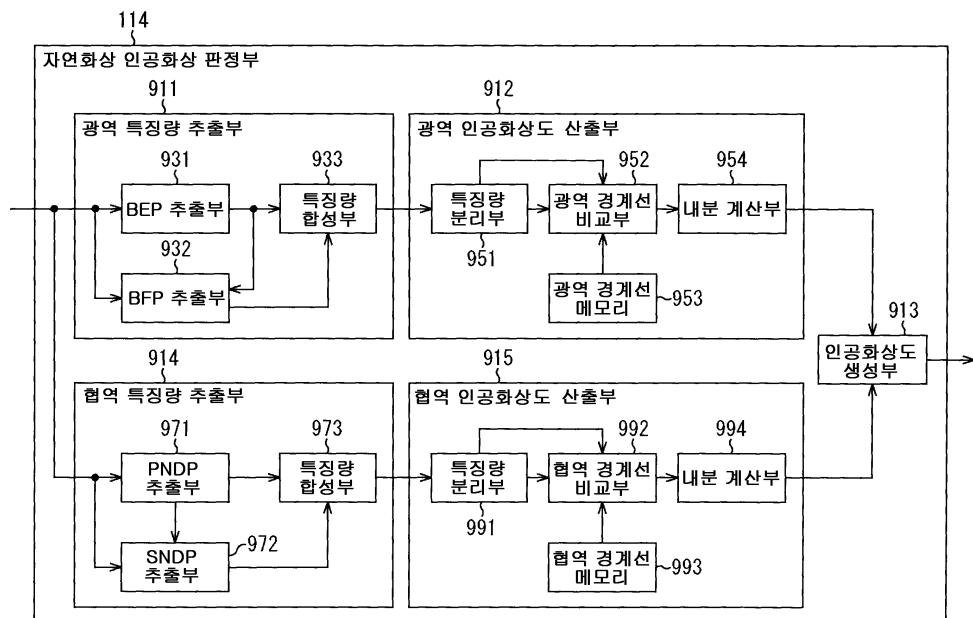
도면18



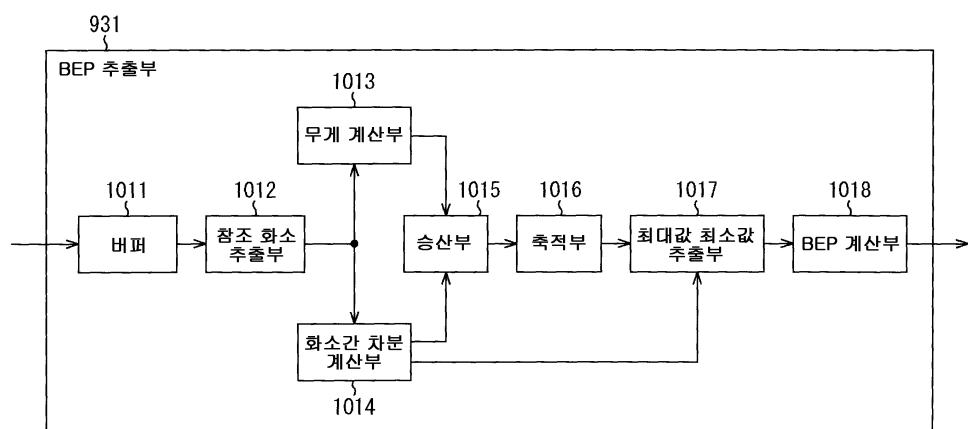
도면19



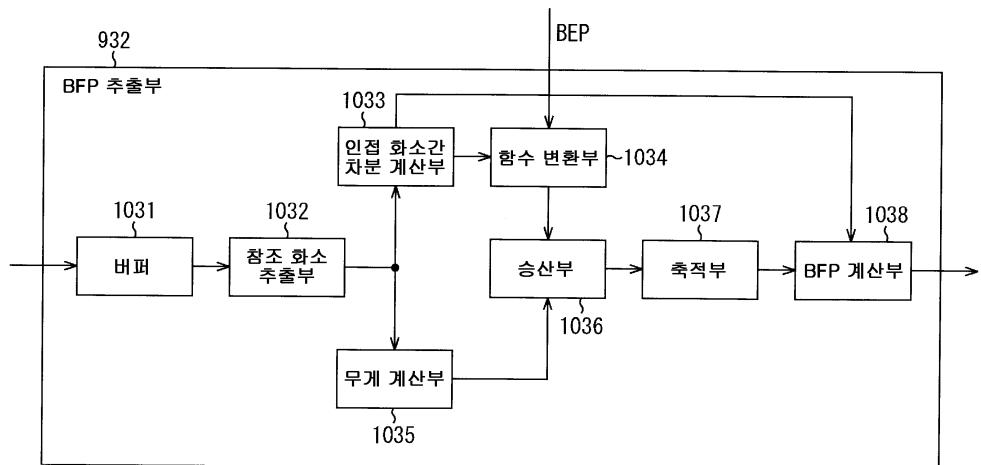
도면20



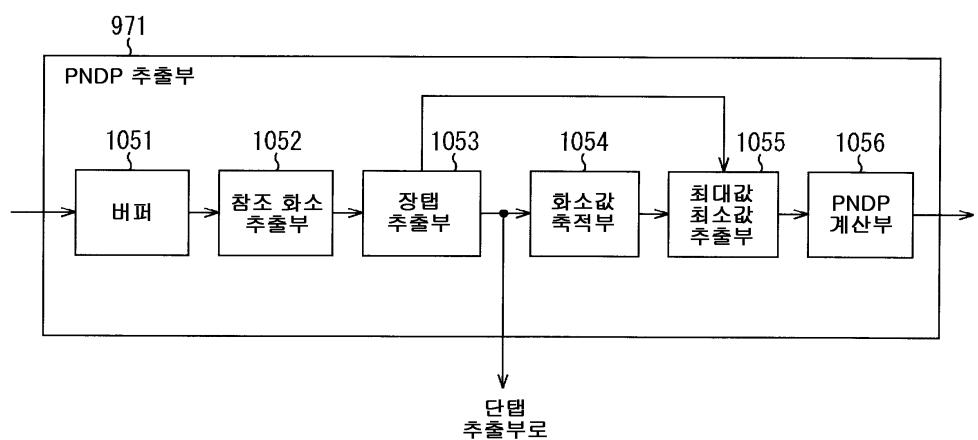
도면21



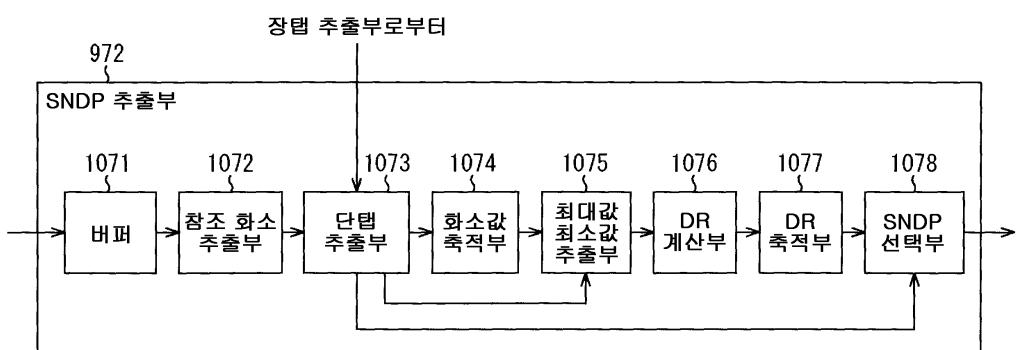
도면22



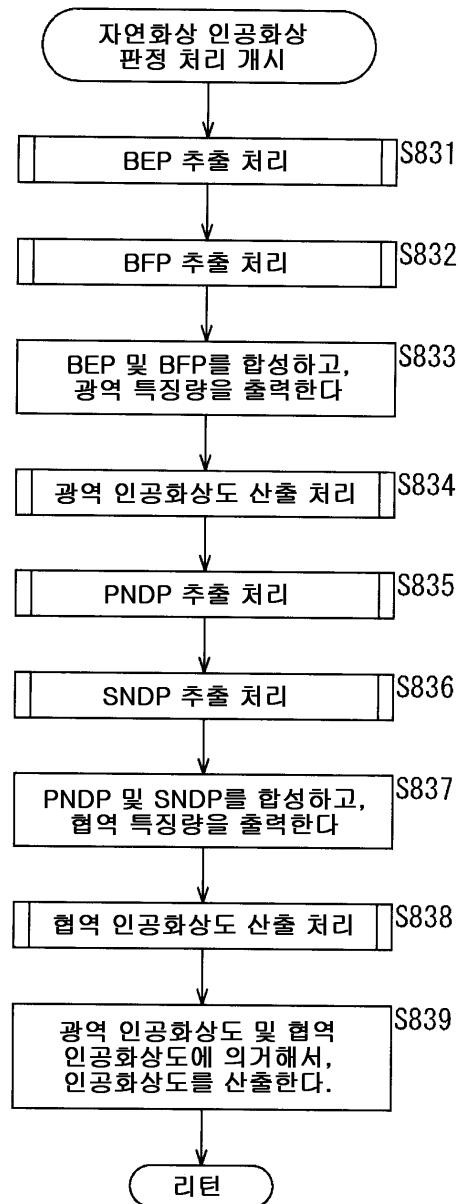
도면23



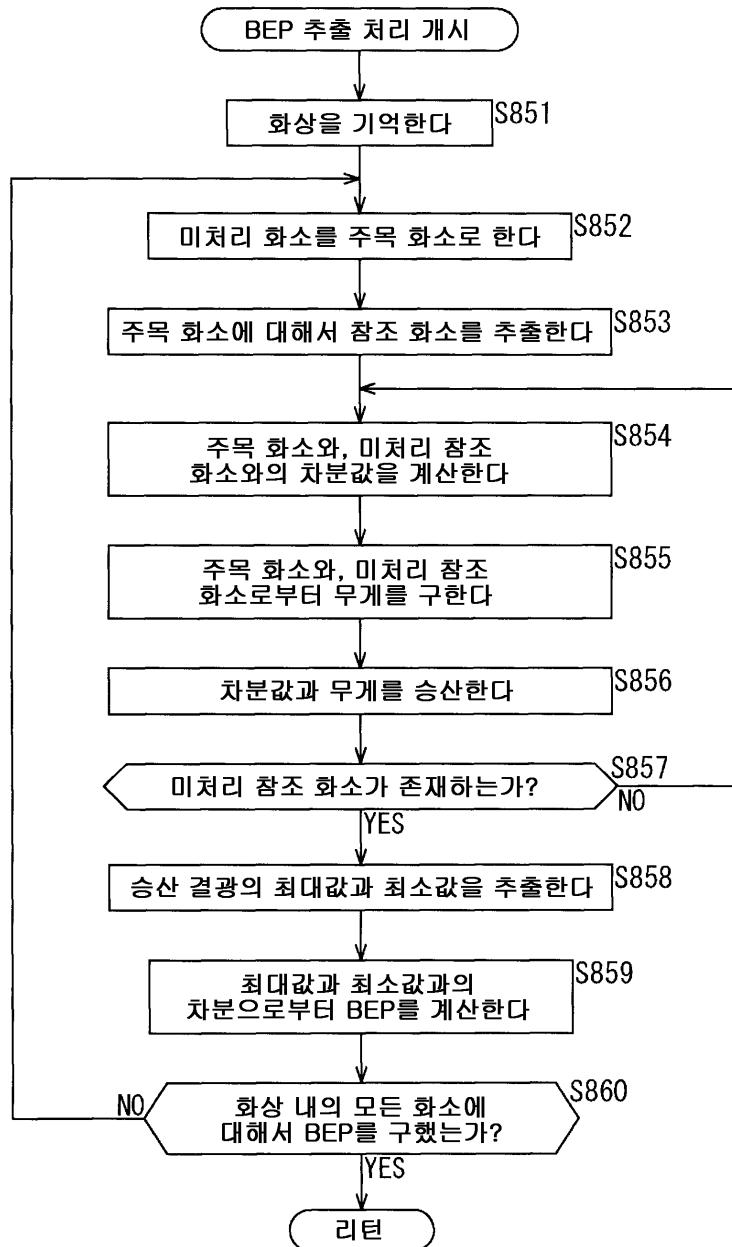
도면24



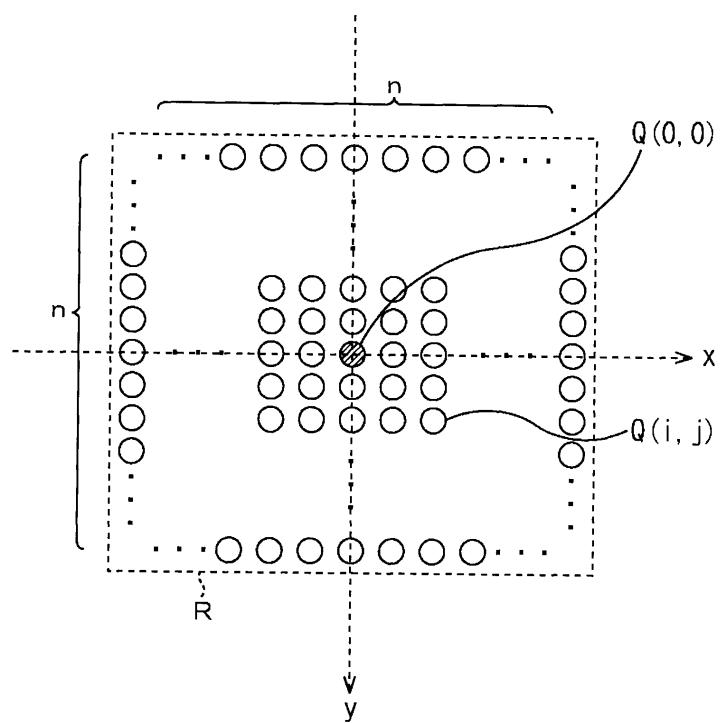
도면25



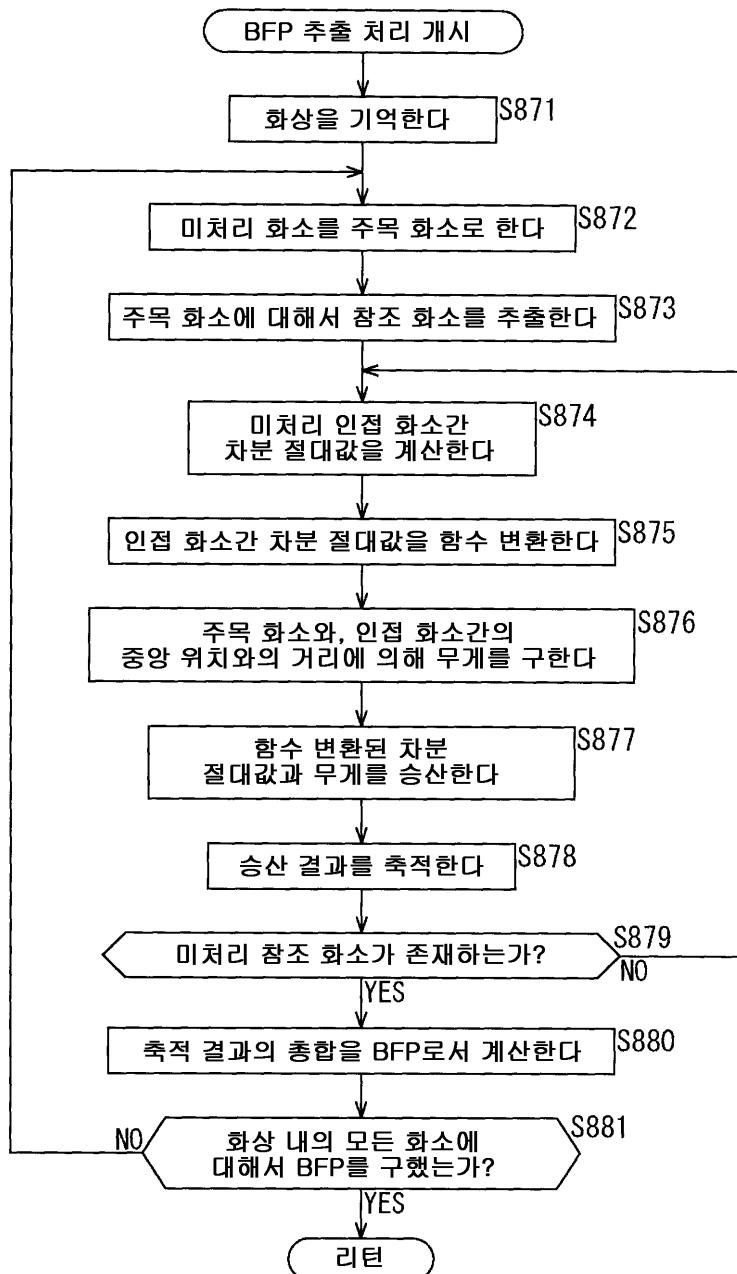
도면26



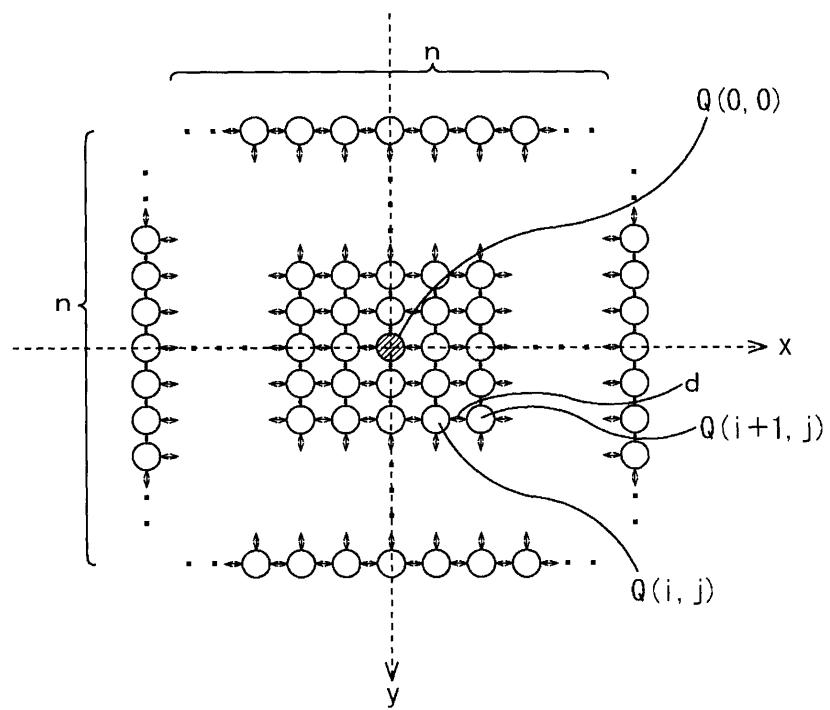
도면27



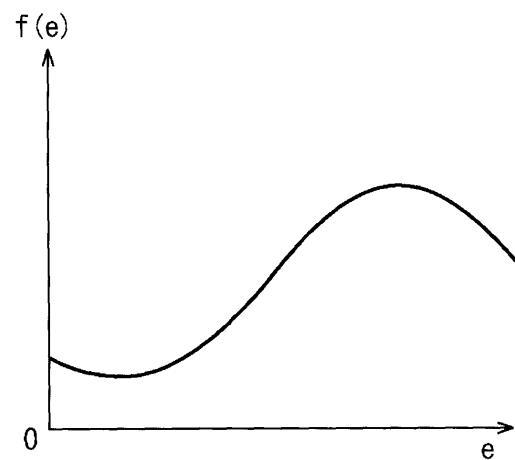
도면28



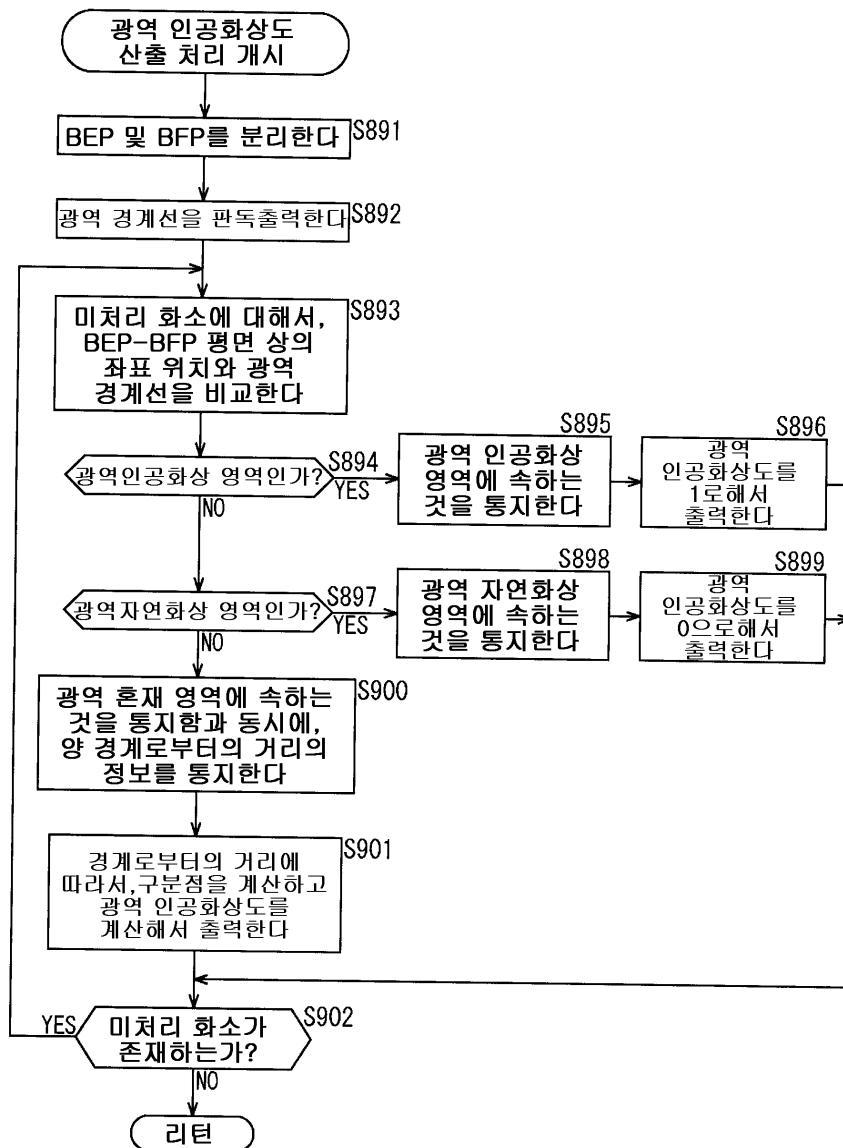
도면29



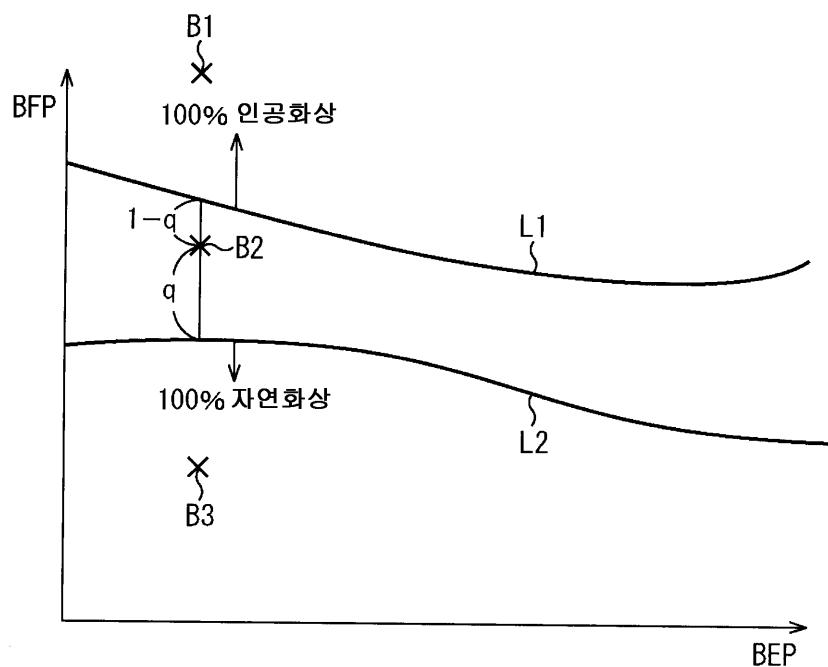
도면30



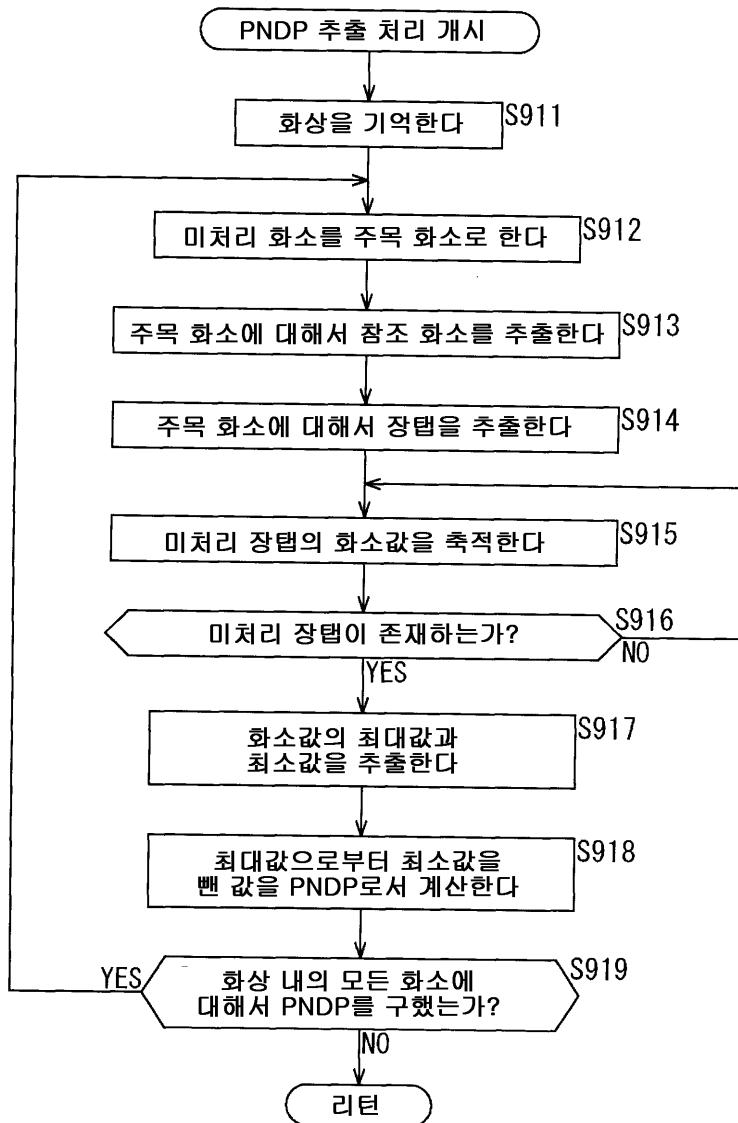
도면31



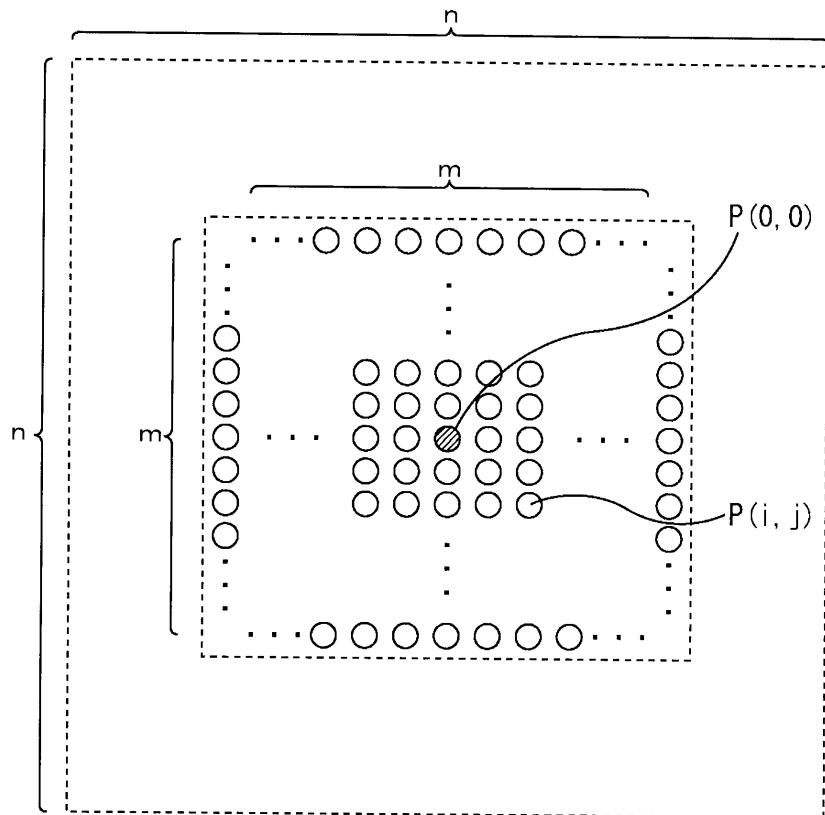
도면32



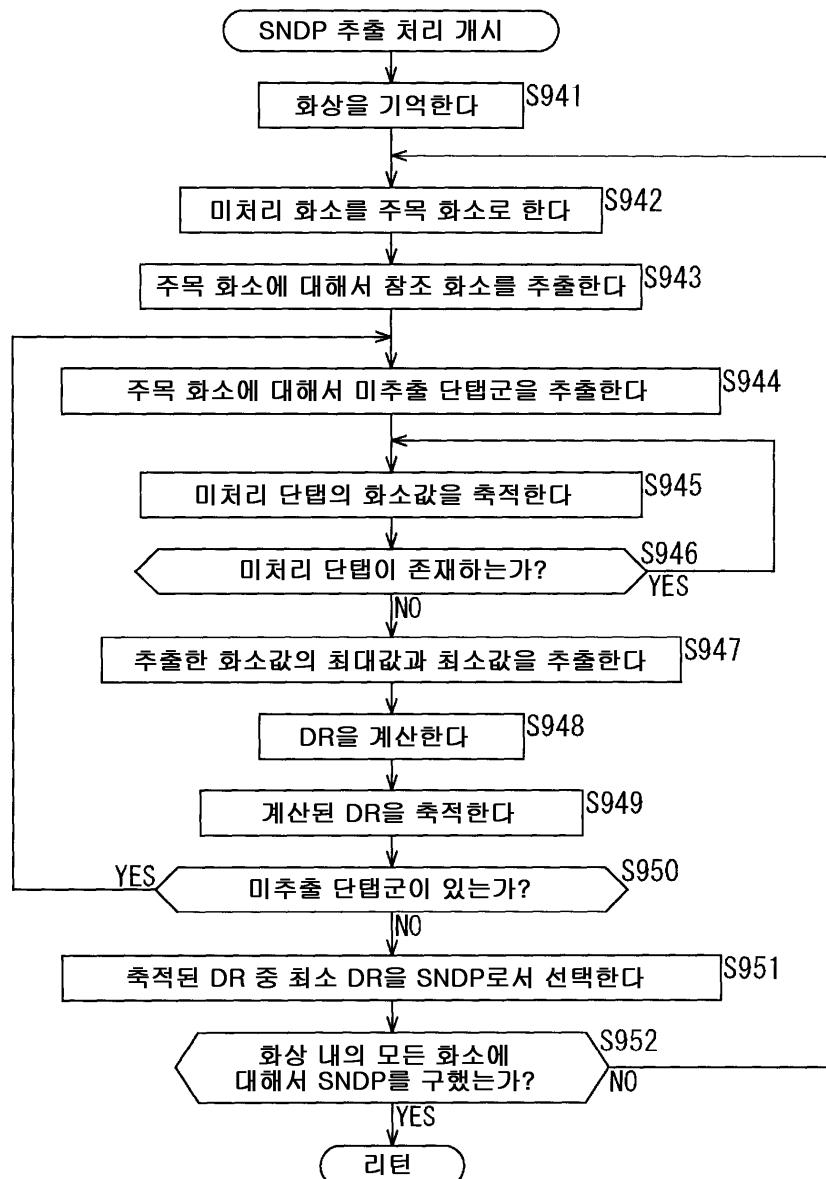
도면33



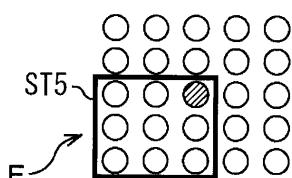
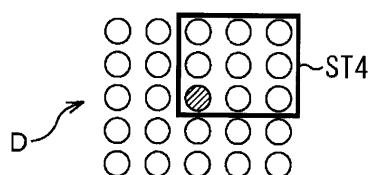
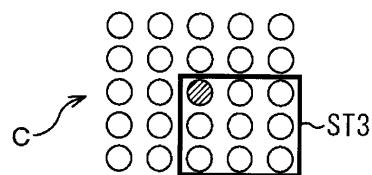
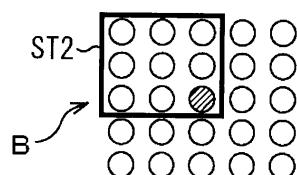
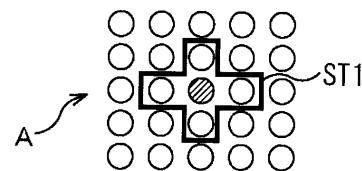
도면34



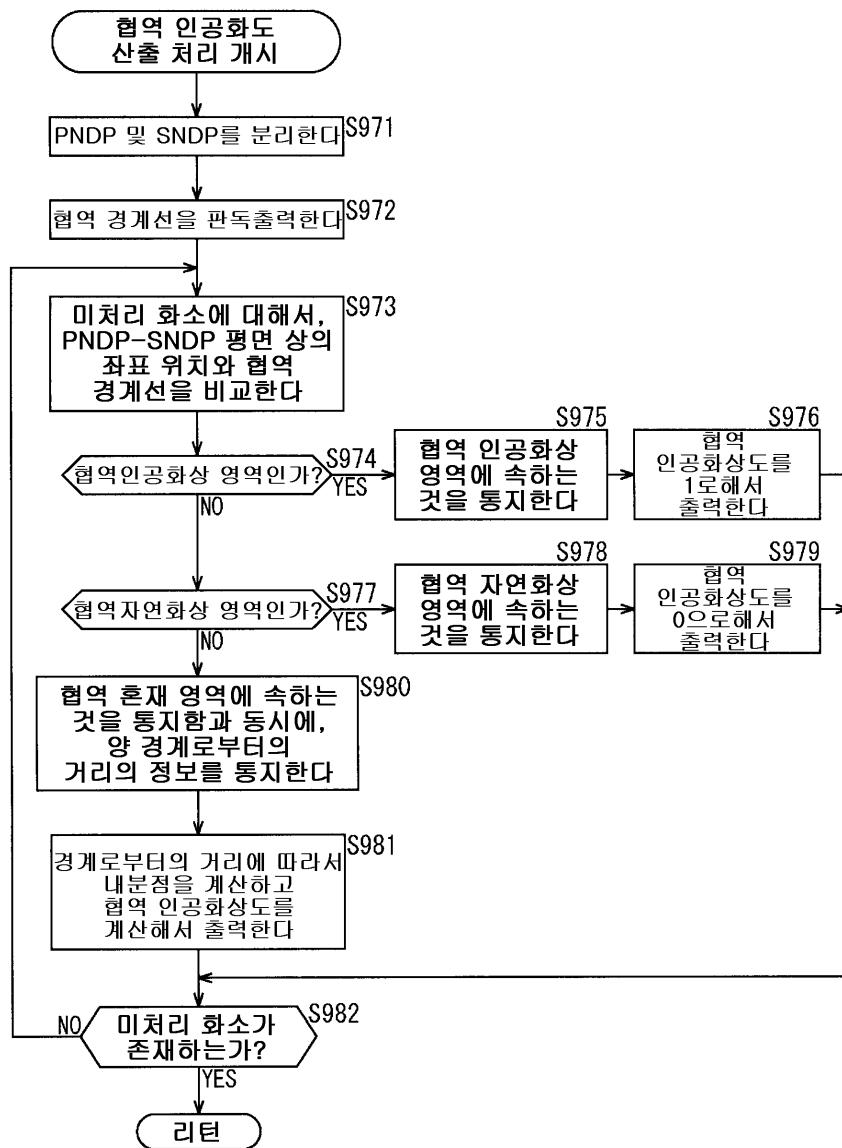
도면35



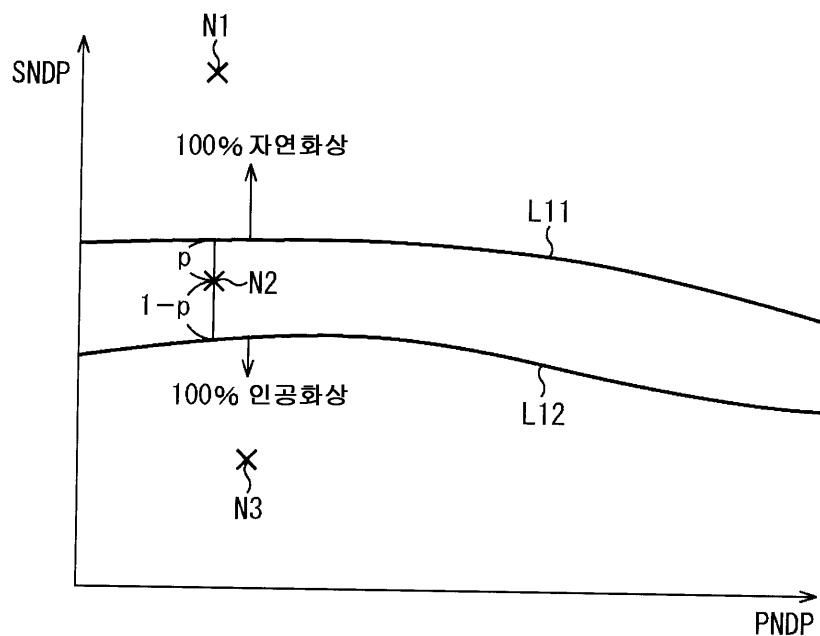
도면36



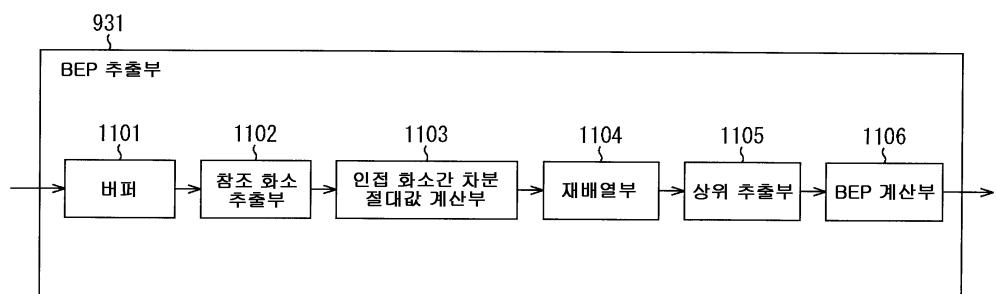
도면37



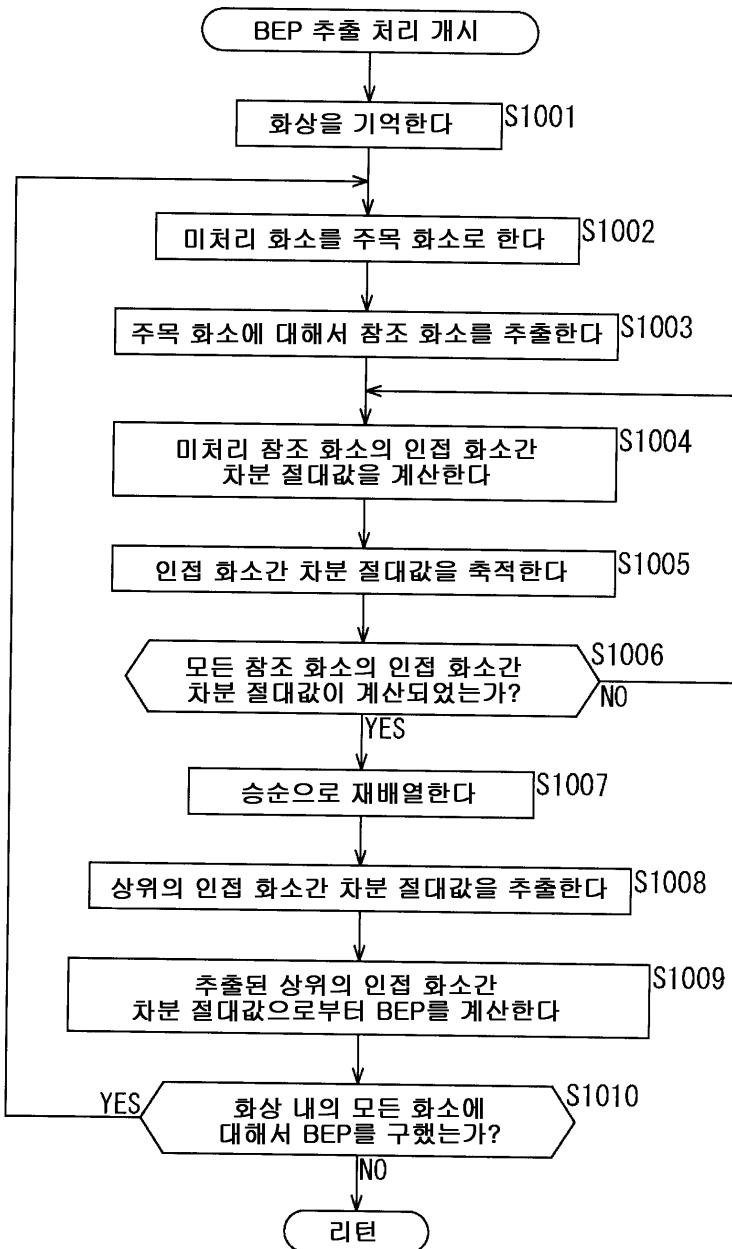
도면38



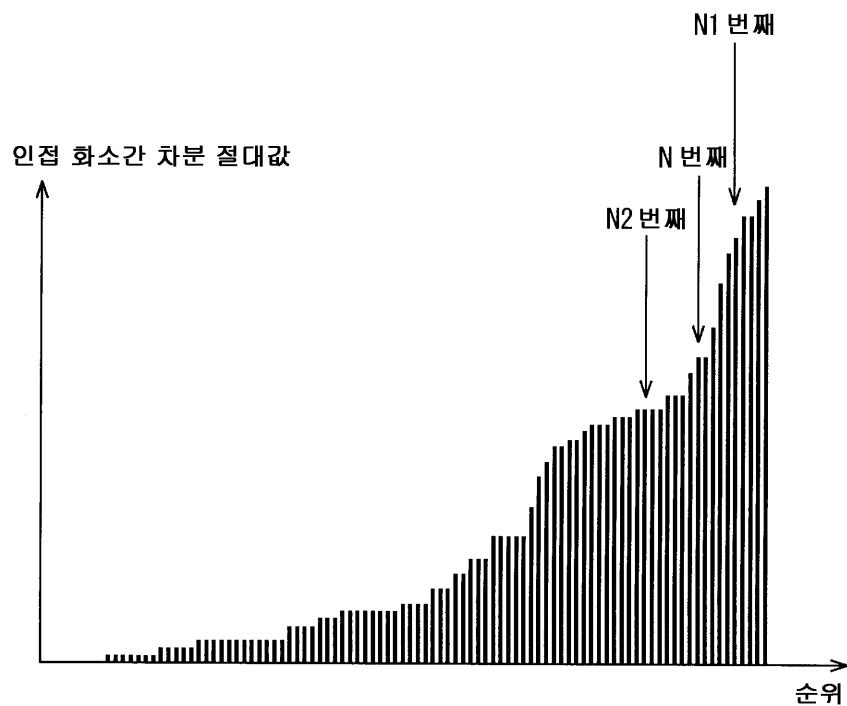
도면39



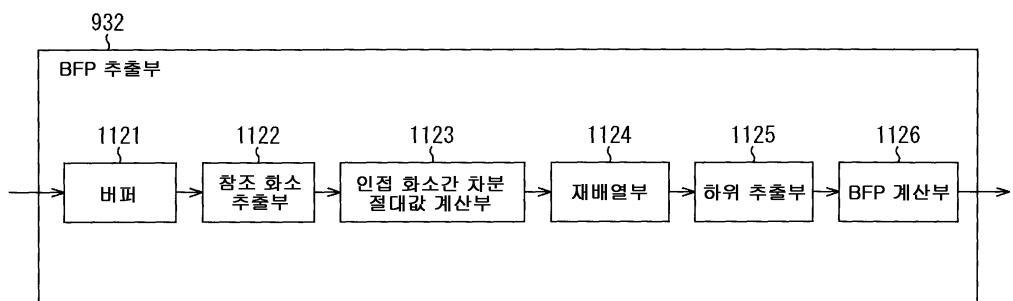
도면40



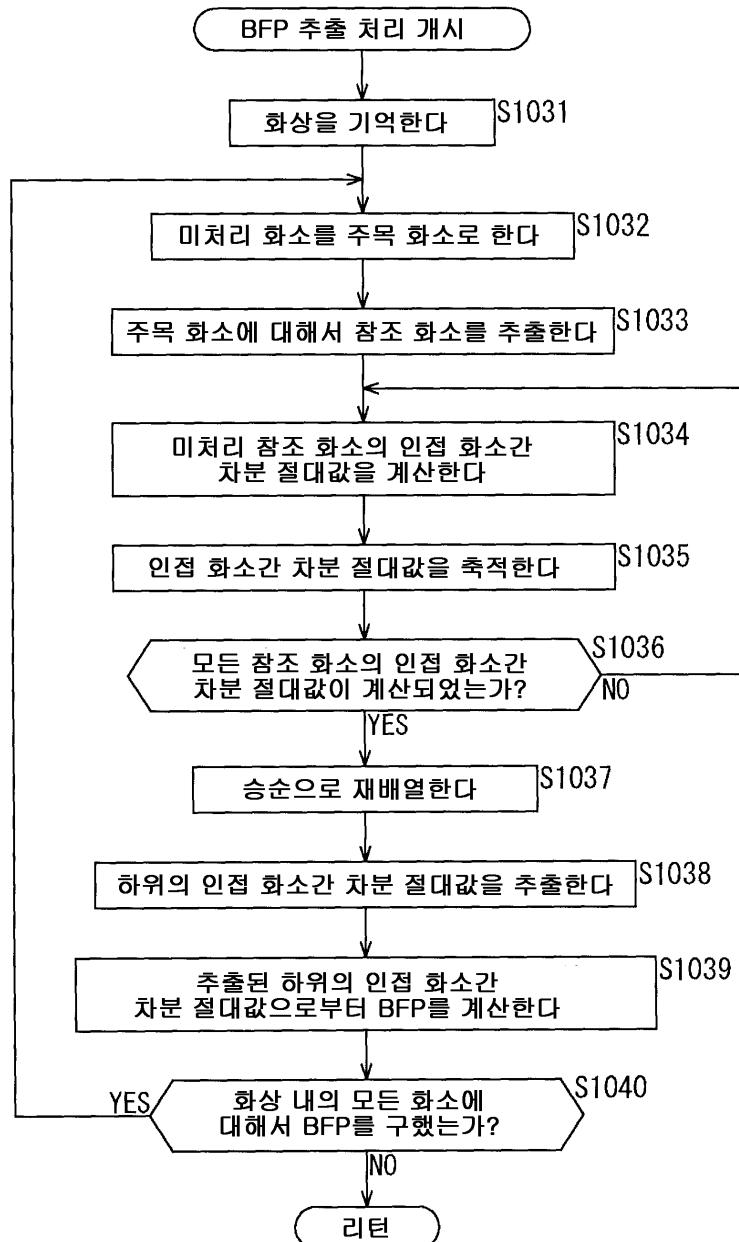
도면41



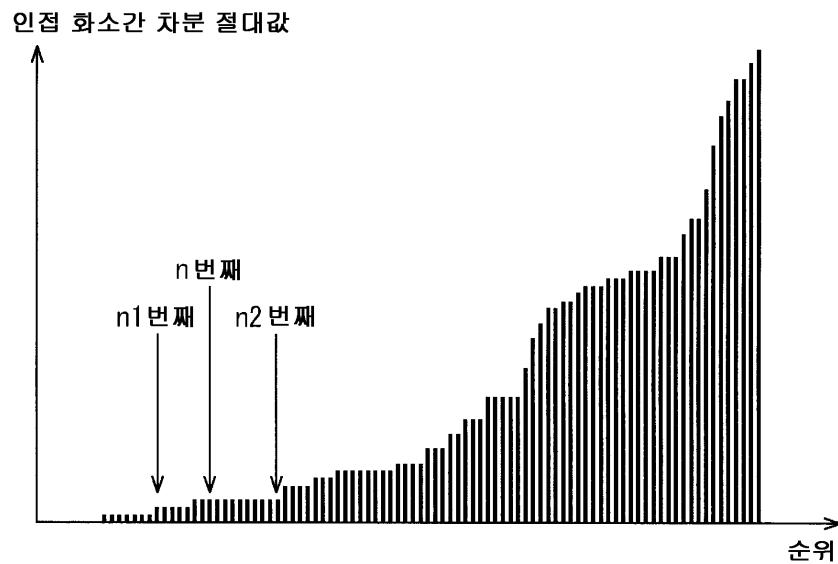
도면42



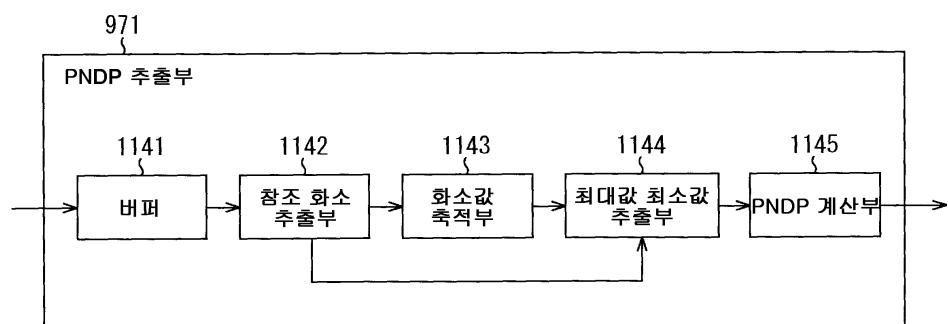
도면43



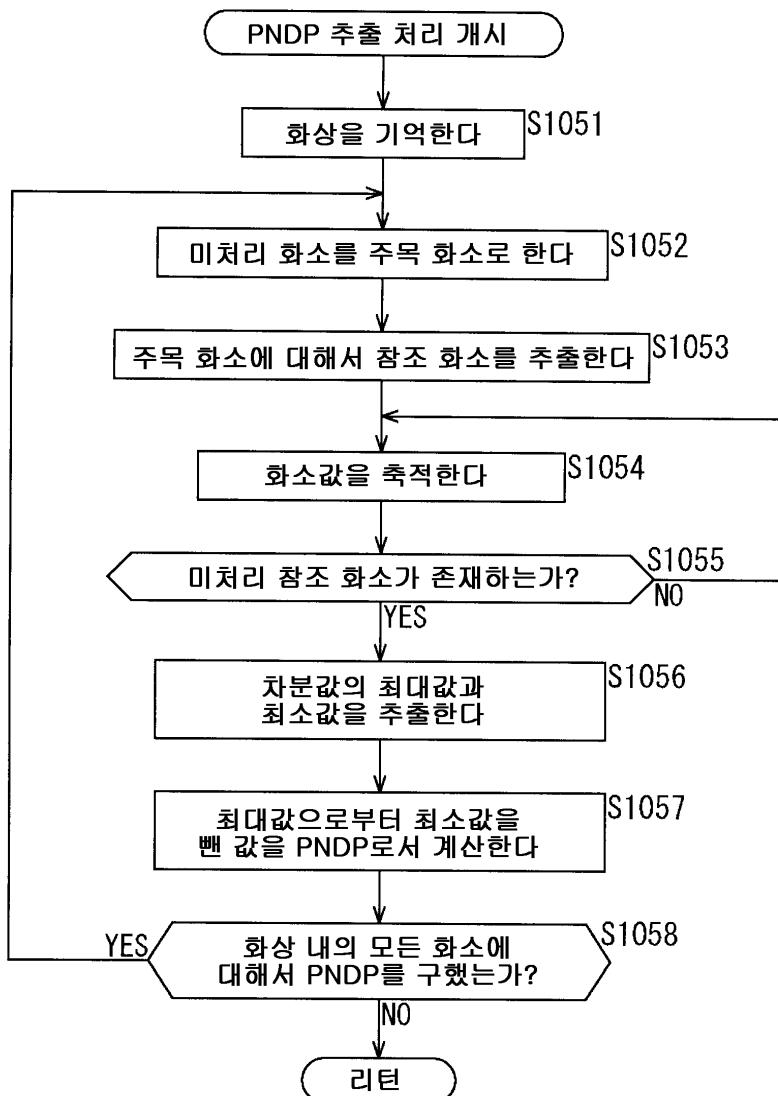
도면44



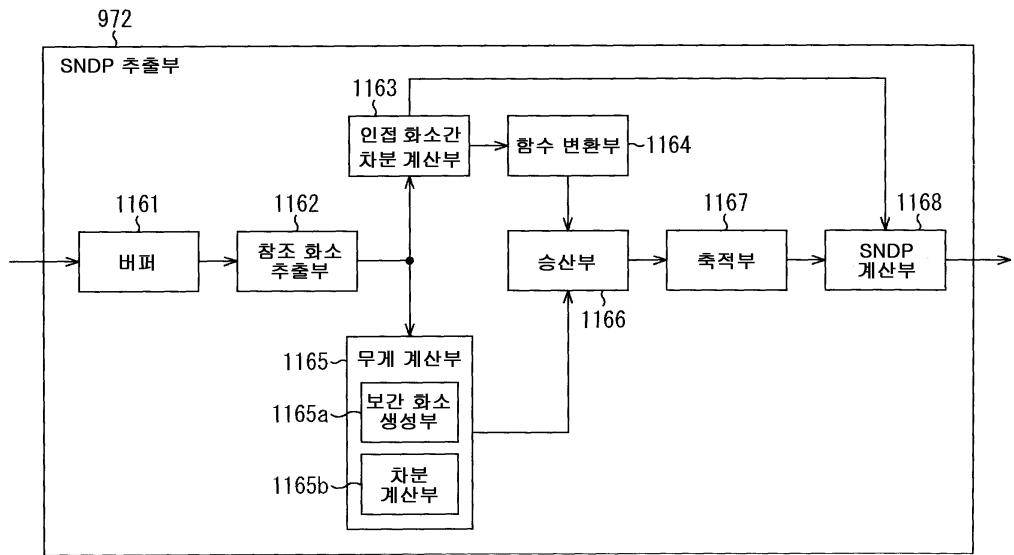
도면45



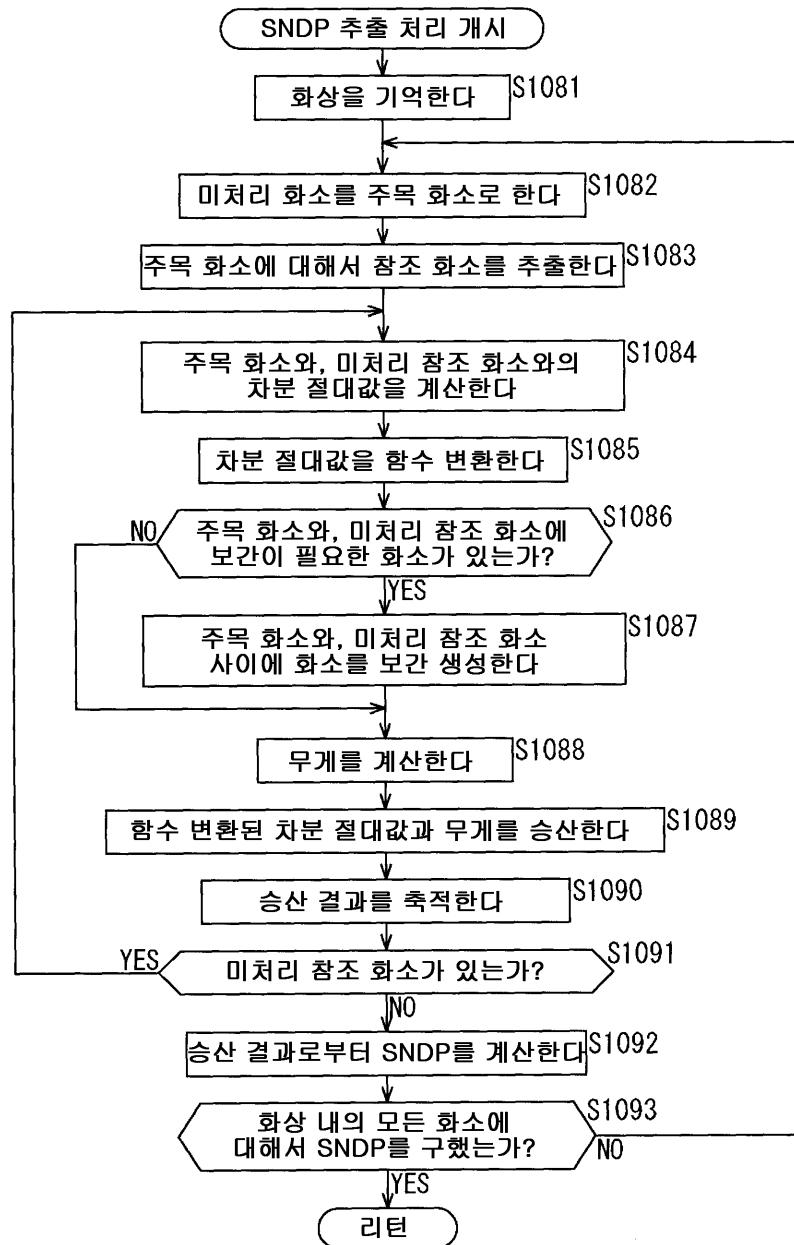
도면46



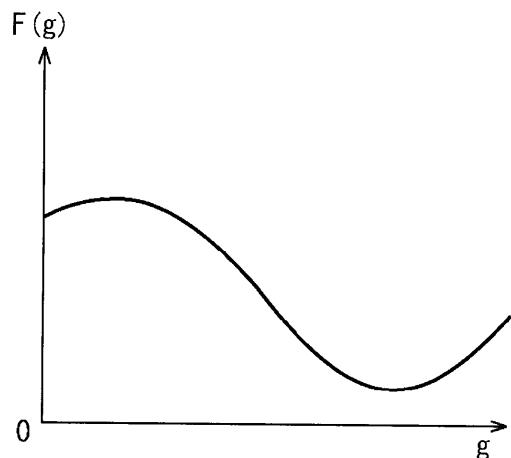
도면47



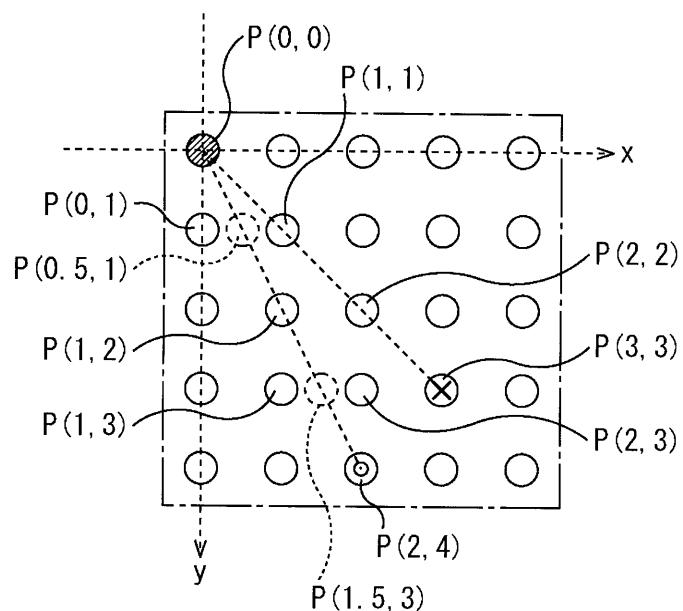
도면48



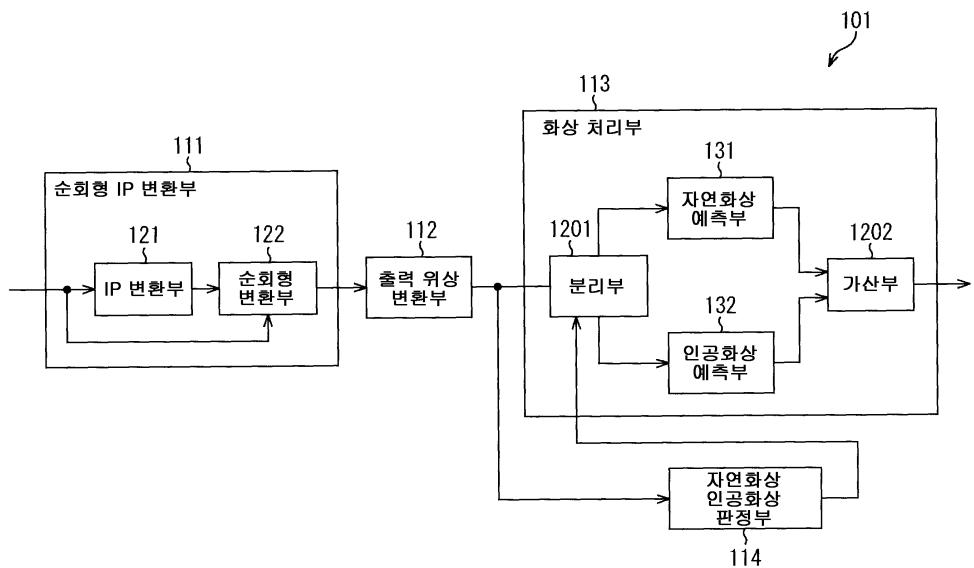
도면49



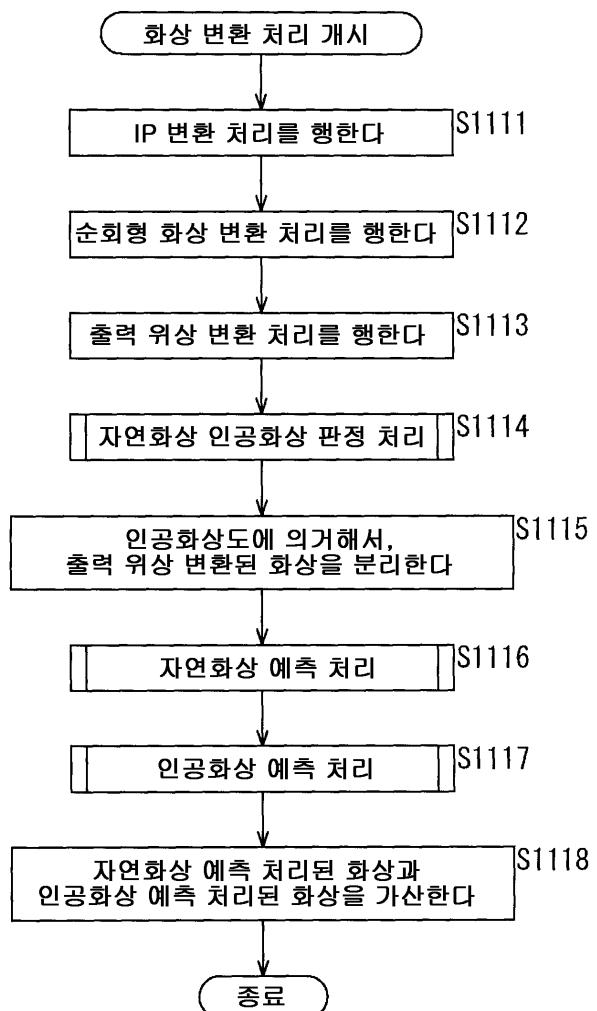
도면50



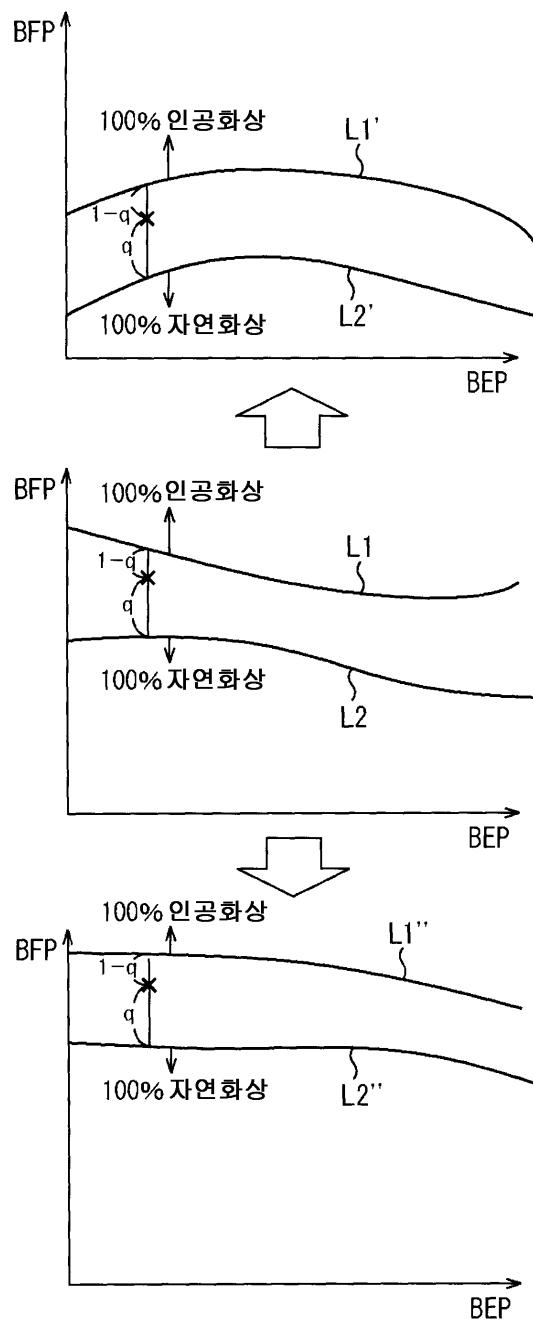
도면51



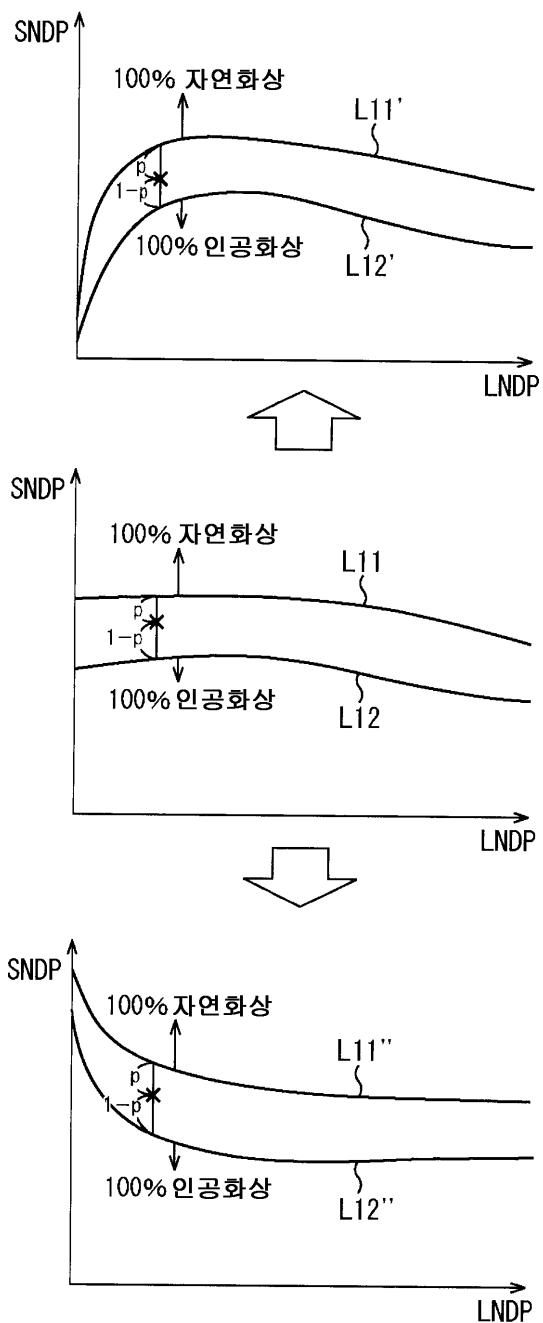
도면52



도면53



도면54



도면55

