



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2010년12월14일  
 (11) 등록번호 10-1001086  
 (24) 등록일자 2010년12월07일

(51) Int. Cl.  
*G06T 5/00* (2006.01) *G06T 5/10* (2006.01)  
*G06T 9/00* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2006-7004023  
 (22) 출원일자(국제출원일자) 2004년04월07일  
 심사청구일자 2008년12월30일  
 (85) 번역문제출일자 2006년02월27일  
 (65) 공개번호 10-2006-0121832  
 (43) 공개일자 2006년11월29일  
 (86) 국제출원번호 PCT/US2004/010789  
 (87) 국제공개번호 WO 2005/027045  
 국제공개일자 2005년03월24일  
 (30) 우선권주장  
 60/498,945 2003년08월29일 미국(US)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 US5641596 A  
 US4935816 A  
 US6269180 A

(73) 특허권자  
**툼슨 라이선싱**  
 프랑스 92648 블로뉴 세데 계 알폰스 르 갈로 46  
 (72) 발명자  
**고밀라, 크리스티나**  
 미국 08540 뉴저지주 프린스톤 체스트너트 코트 25씨  
**라크, 조안**  
 미국 08540 뉴저지주 프린스톤 체스트너트 코트 25씨  
 (74) 대리인  
**주성민, 전경석, 백만기**

전체 청구항 수 : 총 12 항

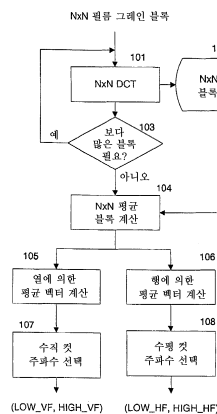
심사관 : 신재철

**(54) 주파수 도메인에서 필름 그래인 패턴을 모델링하는 방법 및장치**

**(57) 요약**

2D 대역 통과 필터를 정의하는 컷 주파수를 추정함으로써 주파수 도메인에서 필름 그래인 패턴이 모델링될 수 있다. 필름 그래인 파라미터는, 디코더에서 필름 그래인을 재삽입 가능하게 하는 SEI 메시지에 ITU-T H.264 | MPEG-4 AVC에 따라 전달될 수 있다.

**대표도 - 도1**



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

필름 그레인(grain) 패턴들을 자동으로 모델링하는 방법으로서,

필름 그레인 형상 및 크기에 관한 정보를 유지하는 이웃 픽셀들의 적어도 하나의 그룹으로 구성된 필름 그레인 샘플들의 세트를 주파수 도메인으로 변환하는 단계;

상기 변환에 의해 생긴 계수들의 각 세트를 저장하는 단계 - 상기 계수들은 패턴을 형성함 -;

상기 변환 계수들에 의해 생성된 패턴을 분석하는 단계; 및

주파수 도메인에서 랜덤 잡음을 필터링함으로써 변환 계수들의 패턴을 시뮬레이션할 수 있는 2D 대역 통과 필터의 컷 주파수들을 추정하는 단계

를 포함하는 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 컷 주파수들 중 적어도 하나를 SEI(Supplemental Enhancement Information) 메시지에 전송하는 단계를 더 포함하는 방법.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 필름 그레인 샘플들은  $N \times N$  픽셀들의 블록들로 프로세싱되는 방법.

### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 변환 계수들에 의해 생성된 패턴을 분석하는 단계는,

각각의  $N \times N$  픽셀 블록의 변환에 이어, 저장된 모든 블록들로부터의 변환 계수들을 평균화함으로써  $N \times N$  변환 계수들의 평균 블록을 계산하는 단계;

행들 및 열들을 따라  $N \times N$  계수들의 평균 블록을 각각 평균화함으로써  $N$ 개의 컴포넌트들의 수평 및 수직 평균 벡터들을 정의하는 단계;

상기 수평 및 수직 평균 벡터들을 개별 곡선들로 나타내는 단계; 및

상기 수평 및 수직 평균 벡터들에 의해 표현되는 곡선들로부터 수평 및 수직 컷 주파수들을 각각 확립하는 단계를 더 포함하는 방법.

### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기  $N$ 개의 컴포넌트들의 수평 및 수직 평균 벡터들을 정의하는 단계 후에, 적어도 하나의 평균 벡터를 지역 통과 필터링하는 단계를 더 포함하는 방법.

### 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 수평 및 수직 컷 주파수들 중 하나는, 각각 평균 수평 및 수직 벡터들 중 대응하는 것을 나타내는 곡선에서의 교점으로부터 확립되는 방법.

### 청구항 7

제4항에 있어서,

로우(low) 및 하이(high) 수평 및 수직 컷 주파수들 각각은, 평균 수평 및 수직 벡터들을 각각 나타내는 곡선에서의 제1 및 제2 교점들로부터 확립되는 방법.

**청구항 8**

제3항에 있어서,

상기 변환 계수들에 의해 생성되는 패턴을 분석하는 단계는,

각 픽셀 블록의 변환에 이어, 저장된 모든 블록들로부터의 변환 계수들을 평균화함으로써  $N \times N$  변환 계수들의 평균 블록을 계산하는 단계;

행들 및 열들을 따라  $N \times N$  변환 계수들의 평균 블록을 각각 평균화함으로써  $N$ 개의 컴포넌트들의 수평 및 수직 평균 벡터들을 정의하는 단계;

상기 수평 및 수직 평균 벡터들을 단일 평균 벡터로 평균화하는 단계;

상기 평균 벡터들을 곡선으로 나타내는 단계; 및

상기 평균 벡터에 의해 표현되는 곡선으로부터 수평 및 수직 컷 주파수들을 확립하는 단계를 더 포함하는 방법.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 행들 및 열들을 따라  $N \times N$  변환 계수들의 평균 블록을 각각 평균화함으로써  $N$ 개의 컴포넌트들의 수평 및 수직 평균 벡터들을 정의하는 단계 후에, 상기 평균 벡터들을 저역 통과 필터링하는 단계를 더 포함하는 방법.

**청구항 10**

제8항에 있어서,

수평 및 수직 컷 주파수들 중 하나는 각각, 평균 수평 및 수직 벡터들 중 대응하는 것을 나타내는 곡선에서의 교점으로부터 확립되는 방법.

**청구항 11**

제8항에 있어서,

로우 및 하이 수평 및 수직 컷 주파수들 각각은, 평균 수평 및 수직 벡터들을 나타내는 곡선에서의 제1 및 제2 교점들로부터 확립되는 방법.

**청구항 12**

필름 그레인 패턴들을 자동으로 모델링하는 방법으로서,

필름 그레인 샘플들의 세트를 수신하는 단계;

필름 그레인 형상 및 크기에 관한 정보를 유지하는 이웃 픽셀들의 적어도 하나의 그룹으로 구성된 상기 필름 그레인 샘플들의 세트에 대해 주파수 도메인으로의 변환을 수행하는 단계;

상기 변환에 의해 생긴 계수들의 각 세트를 저장하는 단계 - 상기 계수들은 패턴을 형성함 -;

상기 변환 계수들에 의해 생성된 패턴을 분석하는 단계; 및

주파수 도메인에서 랜덤 잡음을 필터링함으로써 변환 계수들의 패턴을 시뮬레이션할 수 있는 2D 대역 통과 필터의 컷 주파수들을 추정하는 단계

를 포함하는 방법.

**명세서**

**기술 분야**

- [0001] 관련 출원에 대한 상호 참조
- [0002] 본 발명은 2003년 8월 29일 출원되고 본 명세서에서 참조되는 미국 가출원번호 제60/498,945호를 35 U.S.C. 119(e) 하에서 우선권주장한다.
- [0003] 본 발명은 주파수 도메인에서 필름 그레인 패턴을 모델링하는 기술에 관한 것이다.

**배경 기술**

- [0004] 동화상 필름은 일반적으로, 사진 필름의 노출 및 현상 프로세스에서 기인하는, 필름 그레인(film grain)이라 불리는 신호 의존 잡음을 포함한다. 그러한 잡음은 사진 유제(emulsion)의 물리적 입도(granularity)에 기인하는 특징적 의사 랜덤(quasi-random) 패턴 또는 텍스처를 발생시킨다. 또한, 신호 의존 잡음은 이미지의 후속 편집의 결과로서 발생할 수도 있다. 그레인 패턴은 비디오 압축을 목적으로 시뮬레이션될 수 있다.
- [0005] ITU-T H.264 | MPEG-4 AVC 비디오 압축 표준은 고화질 영상 확장(Fidelity Range Extensions) 보정에 필름 그레인 SEI(Supplemental Enhancement Information) 메시지를 포함하는 것을 수용하였다. 필름 그레인 SEI 메시지는 수신기에서 필름 그레인 시뮬레이션을 가능하게 하는 일련의 파라미터를 전달한다. ITU-T H.264 | MPEG-4 AVC 비디오 압축 표준용으로, SEI 메시지에 있는 파라미터들은 두개의 서로 다른 모델, 즉, 자기회귀(auto-regressive) 모델 및 주파수 필터링 모델에 따라 특정될 수 있다. 이들 두 개의 모델은 서로 다른 강도 레벨에 대한 서로 다른 세트의 파라미터를 통해 필름 그레인 패턴(크기 및 형상), 강도 및 컬러 상관을 특정 지을 수 있다. 특히, 주파수 필터링 모델은 주파수 도메인에서 2D 대역 통과 필터를 정의하는 컷(cut) 주파수의 세트를 특정함으로써 필름 그레인 패턴을 특징짓는다. ITU-T H.264 | MPEG-4 AVC는 단지 컷 주파수를 전송하는데 필요한 구문(syntax)을 표준화하는 것이지 그들 컷 주파수를 계산하는 방법을 필름 그레인을 포함하고 있는 비디오 시퀀스에 제공하지는 않는다는 것을 주목해야 한다.
- [0006] 따라서, ITU-T H.264 | MPEG-4 AVC 압축 표준에서 주파수 필터링 모델에 의해 특정되는 바에 따라 주파수 도메인에서 필름 그레인 패턴을 자동으로 모델링할 수 있는 기술이 필요하다. 이 기술에 대한 결과는 자동 필름 그레인 모델링 애플리케이션용으로 또는 필름 그레인 지원 모델링 프로세스를 위한 초기 단계로서 사용될 수 있다.

**발명의 상세한 설명**

- [0007] 간략하게, 바람직한 실시예에 따라, 주파수 도메인에서 필름 그레인 패턴을 모델링(즉, 특정화)하는 방법이 제공된다. 상기 방법은, (1) 입력으로서 수신된 동질의 필름 그레인 샘플 세트를 주파수 도메인에서의 프로세스 로 변환하여, 특정 패턴을 갖는 변환 계수의 세트를 생성하는 단계; (2)상기 변환 계수에 의해 생성된 패턴을 분석하는 단계; 및 (3) 랜덤 잡음을 필터링함으로써 변환 계수의 패턴을 효과적으로 시뮬레이션할 수 있는 2D 주파수 필터의 컷 주파수를 추정하는 단계를 포함한다. 상기 방법에 의해 생성된 컷 주파수는 디코더에서 필름 그레인 시뮬레이션 및 재삽입을 가능하게 하는 ITU-T H.264 | MPEG-4 AVC 표준에 따라 SEI 메시지에 전달될 수 있다.

**실시 예**

- [0010] 도 1은 균일한 필름 그레인 패턴을 나타내는 일련의 필름 그레인 샘플을 수신하면 주파수 도메인에서 필름 그레인 패턴을 모델링하는 본 발명의 원리에 따른 방법의 단계를 플로우 차트 형태로 도시한다. 이후 상세히 설명되는 바와 같이, 본 발명의 원리의 방법은 그레인을 형성하는 구조의 크기 및 형상을 분석함으로써 입력 샘플의 패턴을 파라미터화한다. 그레인이 필름 노출에 따라 상이하게 형성될 수 있기 때문에, 균일한 필름 그레인 샘플은 전형적으로 필름 이미지 상에서 측정된 유사한 휘도값과 관계가 있다. 상기 프로세스의 입력에서의 필름 그레인 샘플은 필름 그레인 크기 및 형상에 관한 정보를 유지하는 이웃하는 픽셀들의 임의의 그룹(또는 그룹들)일 수 있다. 도시된 실시예에서, 간소화를 위해, 필름 그레인 샘플은, 고속 푸리에 변환과 같은 변환이 동일하게 동작하지만, N×N의 정사각형 블록의 DCT 변환을 기초로 하는 특정한 변환을 구현하는 N×N 픽셀의 정사각형 블록 내에 배열된다고 가정한다.
- [0011] 본 발명의 방법은  $I_{\text{grain}}[x,y,c]$ 에 존재하는 필름 그레인의 모델링은 다음의 수학적 식 1에 따라 발생한다고 가정한다.

**수학식 1**

[0012]  $I_{\text{grain}}[x, y, c] = I_{\text{without grain}}[x, y, c] + G[x, y, c]$

[0013] 여기에서,  $G[x, y, c]$ 는 컬러 컴포넌트  $c$ 에 대하여 픽셀 좌표  $(x, y)$ 에서 시뮬레이트된 그래인을 나타낸다.  $G[x, y, c]$ 는 수학식 2에 따라 계산된다.

**수학식 2**

[0014]  $G[x, y, c] = p * Q[x, y, c] + u * G[x, y, c-1]$

[0015] 여기에서, 파라미터  $p$ 는 랜덤 잡음의 표준 편차이고, 파라미터  $u$ 는 서로 다른 컬러 컴포넌트들 중 교차 컬러 상관을 모델링한다. 보다 상세하게는, 용어  $Q[c]$ 는  $N \times M$  랜덤 값의 블록  $b$ 를 필터링함으로써 생성된 이차원 랜덤 필드를 포함하며, 여기에서 랜덤 값은 정규 가우스 분포  $N(0, 1)$ 로 생성된 것이다. 특정 실시예에서, 블록  $b$ 의 대역 통과 필터링은 다음의 세 단계에 의해 주파수 도메인에서 수행될 수 있다:

[0016] 단계 1: 변환

[0017]  $B = \text{DCT\_N} \times \text{M}(b)$

[0018] 단계 2: 주파수 필터링

```
[0019] for( y=0; y<N; y++)
    for( x= 0; x<M; x++)
        if ( ( x < LOW_HF && y < LOW_VF ) ||
            x > HIGH_HF || y > HIGH_VF )
            B[ x, y ] = 0;
```

[0020] 여기에서, LOW\_HF 및 LOW\_VF는 각각 낮은 수평 및 수직 컷 주파수이고, HIGH\_HF 및 HIGH\_VF는 각각 높은 수평 및 수직 컷 주파수이다. 컷 주파수는 필름 그래인 이미지가 주파수 도메인에서 매핑되고 그래인의 크기를 특징짓도록 동작할 때 보존 및 필터링된 계수 간의 경계를 정의한다.

[0021] 단계 3: 역 변환

[0022]  $b' = \text{IDCT\_N} \times \text{M}(B)$

[0023] 마지막으로,  $Q[c]$ 는 복합 이미지에 필터링된 블록( $b'$ )을 결합함으로써 형성된다. 블록 전이의 저역 통과 필터링은 가능한 "블록키니스(blockiness)"를 저감할 것이다.  $M$ 과  $N$ 이 임의의 값을 취할 수 있지만, 사실상,  $16 \times 16$ ,  $8 \times 8$  또는  $4 \times 4$  픽셀의 정사각형 블록이 최상으로 동작한다. 또한, 고속 푸리에 변환(FFT)과 같은 다른 변환이 단계 1 및 단계 3의 DCT 프로세스를 대체할 수 있다.

[0024] 이러한 원리에 의해, 필름 그래인 패턴을 모델링하는 것은 주파수 도메인에서 대역 통과 필터를 특징짓는 컷 주파수 LOW\_HF, LOW\_VF, HIGH\_HF 및 HIGH\_VF를 추출하는 것과 등가이다.

[0025] 본 발명의 방법은,  $N \times N$  픽셀의 각 블록을 이산 코사인 변환을 수행하는 단계(101)에서 시작하여, 단계(102)에서 그 결과의  $N \times N$  계수의 어레이를 후속하여 저장한다. 단계(103)에서, 저장을 위해 보다 많은 계수를 얻기 위해 필름 그래인 샘플을 구비한 보다 많은 블록이 필요한지 여부를 결정하기 위한 체크가 실행된다. 통상적으로, 입력부에서 이용가능한 필름 그래인 샘플의 모든 블록에 변환이 수행된다. 그러나, 메모리 요구사항 또는 계산 부하를 저감하기 위해, 임의의 수의 블록에 변환을 수행한 후에 프로세싱을 중지할 수 있다. 충분한 수의 변환된 블록을 저장한 후에, 단계(104)에서, 모든 저장된 블록으로부터 계수를 평균화함으로써 평균 블록( $B_{\text{mean}}$ )이 계산된다.  $K$ 를 저장된 블록의 수로서 가정하면, 위치  $[x, y]$ 에서 계수에 대한 평균화 프로세스는 다음의 수학식 3과 같이 공식화될 수 있다.

**수학식 3**

[0026]  $B_{\text{mean}}[x, y] = \frac{1}{K} \sum_{i=0}^{K-1} B_i[x, y]$

[0027] 다음에, 단계(105 및 106)가 병렬로 수행된다. 단계(105)에서, 수평 평균 벡터( $\mathbf{B}_H$ )는 수학식 4에 따라  $\mathbf{B}_{mean}$ 의 각 행의 N 주파수 계수를 평균화함으로써 계산된다.

**수학식 4**

[0028] 
$$\mathbf{B}_H[y] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \mathbf{B}_{mean}[n, y]$$

[0029] 특정 실시예에서, 다음의 관계식을 갖는 제1 행의 평균에 DC 계수의 영향을 회피하는 것이 가능하다.

[0030] 
$$\mathbf{B}_H[0] = \frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^{N-1} \mathbf{B}_{mean}[n, 0]$$

[0031] 단계(106)에서, 수직 평균 벡터는 다음의 수학식 5에 따라  $\mathbf{B}_{mean}$ 의 각 열의 N 주파수 계수를 평균화함으로써 계산된다.

**수학식 5**

[0032] 
$$\mathbf{B}_V[x] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \mathbf{B}_{mean}[x, n]$$

[0033] 특정 실시예에서, 다음의 관계식을 갖는 제1 열의 평균에 DC 계수의 영향을 회피하는 것이 가능하다.

[0034] 
$$\mathbf{B}_V[0] = \frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^{N-1} \mathbf{B}_{mean}[0, n]$$

[0035] 주파수 벡터로부터, 수평 및 수직 컷 주파수의 선택은 단계(107 및 108)에서 각각 수행되어 필름 그레이н 크기를 추정한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 단계(107 및 108)는 전형적으로 병렬로 수행된다. 수평 컷 주파수 선택은 다음의 방식으로 단계(107)에서 수행된다. 첫번째로, 수평 평균 벡터에서의 컴포넌트를 저역 통과 필터링을 수행하여 스푸리어스(spurious) 피크를 회피한다. 도시된 실시예에서, 수평 평균 벡터의 그러한 저역 통과 필터링은 다음의 수학식 6에 따라 충격 응답  $h[n]$ 의 필터로 평균 벡터를 감음(convolve)으로써 진행된다.

**수학식 6**

[0036] 
$$\mathbf{B}'_H[n] = \sum_{i=1}^n \mathbf{B}_H[i]h[n-i] = (\mathbf{B}_H * h)[n]$$

[0037] 예를 들면, 계수  $w_0$ ,  $w_1$ , 및  $w_2$ 를 갖는 3-탭(tap) 선형 필터는 다음의 수학식 7에 딸 각 계수에 적용될 수 있다.

**수학식 7**

[0038] 
$$\mathbf{B}'_H[n] = w_0 \cdot \mathbf{B}_H[n-1] + w_1 \cdot \mathbf{B}_H[n] + w_2 \cdot \mathbf{B}_H[n+1], \quad 0 \leq n \leq N-1$$

[0039] 평균 벡터(B)의 에지에 필터링을 적용하기 위해,  $n < 0$  및  $n > N-1$ 에 대해 샘플이 정의되도록 오리지날 평균 벡터를 패딩(pad)할 필요가 있다는 것이 주목된다.

[0040] 다음에,  $\mathbf{B}'_H$ 의 평균값은 다음의 수학식 8에 따라 컴포넌트를 평균화함으로써 계산된다.

**수학식 8**

[0041] 
$$\bar{\mathbf{B}}'_H = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \mathbf{B}'_H[n]$$

[0042] 그 후, 벡터( $\mathbf{B}'_H$ )는 곡선으로 표현되고, 평균값( $\bar{\mathbf{B}}'_H$ )과의 교점이 계산된다. 단일 교점이 발견되면,  $\mathbf{B}'_H$ 의 가장 밀접한 컴포넌트의 인덱스(n)는 수평 하이(high) 컷 주파수의 값으로 선택된다; 수평 로우(low) 컷 주파수는 0으로 가정된다. 두개의 교점이 발견되면, 가장 밀접한 컴포넌트의 인덱스는 각각에 대하여 발견된다. 최하위 값은 로우 수평 컷 주파수에 대응하는 반면, 최상위 값은 하이 수평 컷 주파수에 대응할 것이다. 두개 이상의

교점이 발견되면, 공간 상관성이 검출되지 않는다. 필름 그레인 시뮬레이션 함수에 주파수 필터링이 오리지널 그레인을 모방할 필요가 없다는 것을 나타내는 수평 로우 컷 주파수는 0으로 가정되고, 수평 하이 컷 주파수는 N-1로 가정된다.

[0043] 수평 컷 주파수를 선택하기 위해 설명된 동일한 과정이 단계(108)에서 수직 주파수 벡터( $B_v$ )를 사용하여 수행되어 수직 컷 주파수를 선택한다. 단계(107 및 108) 완료 후에, 도 1의 방법은 그레인의 크기 및 신장(elongation) 모두를 특징짓는 네개의 컷 주파수( $LOW\_HF$ ,  $HIGH\_HF$ ,  $LOW\_VF$ ,  $HIGH\_VF$ )를 생성한다.  $LOW\_HF \neq LOW\_VF$  및/또는  $HIGH\_HF \neq HIGH\_VF$ 일 때 신장된 그레인이 생성된다.

[0044] 도 2는 대안의 그레인 모델링 방법을 도시하고 있으며, 여기에서 그레인을 원형으로 제한하는 것이 가능하다. 이것은 수평 및 수직 컷 주파수가 동일하게 유지된다는 것을 내포한다. 도 2의 방법은 도 1의 방법과 많은 공통 단계를 포함한다. 따라서, 유사한 단계를 설명하기 위해 도 2에는 도 1과 사용된 참조부호와 유사하게 사용된다. 도 2의 방법은, 수직 및 수평 주파수 벡터( $B_H$  및  $B_V$ )가 도 2의 단계(109)에서 평균화됨으로써 단일의 주파수 벡터( $B$ )가 생성된다는 점에서 도 1의 방법과는 상이하다. 다음에, 도 1의 단계(107 및 108)에서 수행되는 바와 같이 동일한 과정이 도 2의 단계(107 및 108)에서 수행되어 로우 및 하이 컷 주파수를 추정한다.

[0045] 전술한 설명은 주파수 도메인에서 필름 그레인 패턴을 모델링하는 기술을 설명한 것이다.

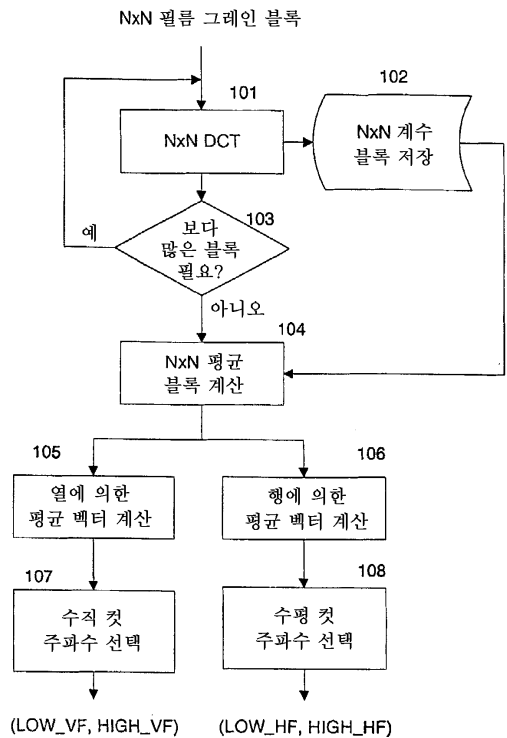
**도면의 간단한 설명**

[0008] 도 1은 본 발명의 원리에 따라 필름 그레인 패턴을 특징짓는 방법의 단계를 플로우 차트 형태로 도시한다.

[0009] 도 2는 도 1의 필름 그레인 특징화 방법의 변형예를 플로우 차트 형태로 도시한다.

**도면**

**도면1**



도면2

