



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년08월28일  
(11) 등록번호 10-0914160  
(24) 등록일자 2009년08월20일

- (51) Int. Cl.  
H04N 7/24 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2003-7017296
- (22) 출원일자 2002년07월02일  
심사청구일자 2007년06월29일
- (85) 번역문제출일자 2003년12월31일
- (65) 공개번호 10-2004-0018413
- (43) 공개일자 2004년03월03일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2002/021157
- (87) 국제공개번호 WO 2003/005700  
국제공개일자 2003년01월16일
- (30) 우선권주장  
09/898,284 2001년07월02일 미국(US)

- (73) 특허권자  
켈컴 인코포레이티드  
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
- (72) 발명자  
시야가라안카다얌  
미국92130  
캘리포니아주샌디에고샬스턴플레이스4782
- (74) 대리인  
특허법인코리아나

(56) 선행기술조사문헌  
Data Compression Conf., 1996. DCC '96. Proc.; Weinberger, M.J.et al.; "LOCO-I: a low complexity, context-based, lossless image compression algorithm", (31 March-3 April)\*  
US5727068 A  
US6252994 B1  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 24 항

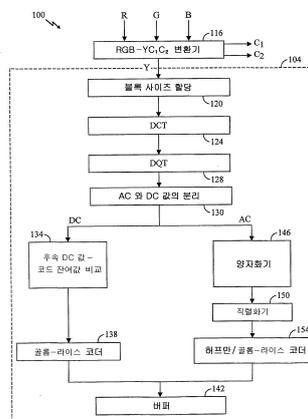
심사관 : 조우연

(54) 골롬-라이스를 이용하는 무손실의 프레임내 인코딩

(57) 요약

디지털의 주파수 영역 데이터를 프레임내에서 인코딩하는 장치 및 방법. 데이터는 복수의 슬라이스를 가지며, 각각의 슬라이스는 복수의 블록을 갖는다 (120). 각 블록은 하나의 DC 성분과 복수의 AC 성분을 갖는다 (130). 각 슬라이스의 제 1 DC 성분값이 인코딩된다. 각 슬라이스의 후속 DC 성분값 각각은 그것과 그에 선행하는 DC 성분값 사이의 차이로서 표현된다. 무손실 인코딩을 위해, 각 슬라이스의 제 1 DC 성분값과 상기 차이는 골롬-라이스 (Golomb-Rice) 를 이용해 인코딩된다 (138).

대표도 - 도1



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

디지털의 주파수 영역 데이터로서 복수의 슬라이스를 구비하고, 각각의 슬라이스는 복수의 블록을 가지며, 각각의 블록은 하나의 DC 성분과 복수의 AC 성분을 갖는 상기 데이터를 프레임내에서 무손실로 인코딩하는 방법으로서,

제 1 슬라이스의 제 1 DC 성분값을 수신하는 단계;

상기 제 1 슬라이스의 상기 제 1 DC 성분값을 인코딩하는 단계;

상기 제 1 슬라이스의 제 2 DC 성분값을 수신하는 단계;

상기 제 1 슬라이스의 상기 제 2 DC 성분값을 잔여값 (residual value) 으로서 인코딩하는 단계; 및

상기 복수의 AC 성분을 인코딩하는 단계를 포함하고,

상기 잔여값은 상기 제 1 슬라이스의 상기 제 1 DC 성분값과 상기 제 1 슬라이스의 상기 제 2 DC 성분값 사이의 차이의 함수이며,

적어도 상기 잔여값 또는 상기 복수의 AC 성분의 인코딩은 골롬-라이스 (Golomb-Rice) 인코딩을 이용하고,

골롬 파라미터는 진폭 또는 런-LENGTH (run-length) 의 대수 (logarithmic) 함수에 기초하여 계산되는, 무손실의 프레임내 인코딩 방법.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 디지털의 주파수 영역 데이터는 이미지 데이터인, 무손실의 프레임내 인코딩 방법.

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,

상기 디지털의 주파수 영역 데이터는 오디오 데이터인, 무손실의 프레임내 인코딩 방법.

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

제 1 항에 있어서,

상기 잔여값의 인코딩은, 상기 잔여값과 상기 잔여값의 부호의 함수로서 상기 잔여값을 인코딩하는 단계를 포함하는, 무손실의 프레임내 인코딩 방법.

**청구항 6**

제 5 항에 있어서,

상기 잔여값의 인코딩은,

$$y = \begin{cases} 2x, & x \geq 0 \text{ 이면} \\ 2|x|-1, & \text{그렇지않으면} \end{cases}$$

의 수학적식을 이용하여, y 의 값이 되도록 결정되며, 이 경우, x 는 인코딩될 DC 성분값의 진폭인, 무손실의 프레임내 인코딩 방법.

**청구항 7**

디지털 영화 시스템에서, 컬러 성분으로 분리되는 픽셀 데이터를 구비하는 디지털 이미지를 압축하는 방법으로

서,

각 그룹이 하나의 DC 값과 복수의 AC 값을 구비하는, 픽셀 데이터의 컬러 성분 그룹들을 판독하는 단계;

상기 픽셀 데이터의 컬러 성분 그룹을 픽셀 데이터의 서브-블록들로 분할하기 위해 블록 사이즈 할당을 생성하는 단계;

상기 픽셀 데이터의 서브-블록을 대응하는 DC 및 AC 주파수 영역 표현으로 변환하는 단계;

상기 AC 주파수 영역 표현을 데이터의 AC 스트림으로 스케일링하는 단계;

상기 데이터의 AC 스트림을 직렬화하는 단계;

상기 직렬화된 AC 데이터를 지수 분포를 이용하여 런-LENGTH 코딩 (run-length coding) 하는 단계;

제 1 DC 주파수 영역 표현을 인코딩하는 단계; 및

제 2 DC 주파수 영역 표현을 잔여값으로서 인코딩하는 단계를 포함하고,

상기 스케일링하는 단계는 상기 이미지의 품질과 상관되는 품질 메트릭에 기초하며,

상기 잔여값은 상기 제 2 DC 주파수 영역 표현과 상기 제 1 DC 주파수 영역 표현 사이의 차이이고,

적어도 상기 잔여값의 인코딩 또는 상기 AC 주파수 영역 표현의 런-LENGTH 코딩은 골롬-라이스 (Golomb-Rice) 인코딩을 이용하고,

골롬 파라미터는 진폭 또는 런-LENGTH의 대수 (logarithmic) 함수에 기초하여 계산되는, 디지털 이미지 압축 방법.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 스케일링하는 단계는, 주파수 가중화 마스크가 인간의 시각계에 보다 더 민감한 이미지 부분을 강조하고 인간의 시각계에 덜 민감한 이미지 부분은 덜 강조하도록, 상기 픽셀 데이터의 서브-블록에 주파수 가중화 마스크를 제공하는 단계를 더 포함하는, 디지털 이미지 압축 방법.

#### 청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 변환하는 단계는 DCT (Discrete Cosine Transform) 를 수행하는, 디지털 이미지 압축 방법.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 변환하는 단계는 DCT (Discrete Cosine Transform) 이후에 DQT (Differential Quad-tree Transform) 를 수행하는, 디지털 이미지 압축 방법.

#### 청구항 11

디지털의 주파수 영역 데이터로서, 복수의 슬라이스를 구비하고, 각각의 슬라이스는 복수의 블록을 가지며, 각각의 블록은 하나의 DC 성분과 복수의 AC 성분을 갖는 상기 데이터를 프레임내에서 무손실로 인코딩하는 장치로서,

제 1 슬라이스의 제 1 DC 성분값을 수신하는 수단;

상기 제 1 슬라이스의 상기 제 1 DC 성분값을 인코딩하는 수단;

상기 제 1 슬라이스의 제 2 DC 성분값을 수신하는 수단;

상기 제 1 슬라이스의 상기 제 2 DC 성분값을 잔여값으로서 인코딩하는 수단; 및

상기 복수의 AC 성분을 인코딩하는 수단을 구비하고,

상기 잔여값은 상기 제 1 슬라이스의 상기 제 1 DC 성분값과 상기 제 1 슬라이스의 상기 제 2 DC 성분값 사이의 차이의 함수이며,

상기 인코딩하는 수단 중 적어도 하나는 골롬-라이스 (Golomb-Rice) 인코딩을 이용하고,

골롬 파라미터는 진폭 또는 런-LENGTH (run-length) 의 대수 (logarithmic) 함수에 기초하여 계산되는, 무손실의 프레임내 인코딩 장치.

**청구항 12**

제 11 항에 있어서,

상기 디지털의 주파수 영역 데이터는 이미지 데이터인, 무손실의 프레임내 인코딩 장치.

**청구항 13**

제 11 항에 있어서,

상기 디지털의 주파수 영역 데이터는 오디오 데이터인, 무손실의 프레임내 인코딩 장치.

**청구항 14**

삭제

**청구항 15**

제 11 항에 있어서,

상기 잔여값의 인코딩은, 상기 잔여값과 상기 잔여값의 부호의 함수로서 상기 잔여값을 인코딩하는 것을 포함하는, 무손실의 프레임내 인코딩 장치.

**청구항 16**

제 15 항에 있어서,

상기 잔여값의 인코딩은,

$$y = \begin{cases} 2x, & x \geq 0 \text{ 이면} \\ 2|x|-1, & \text{그렇지 않으면} \end{cases}$$

의 수학적식을 이용하여 y 의 값이 되도록 결정되며, 이 경우, x 는 인코딩될 DC 성분값의 진폭인, 무손실의 프레임내 인코딩 장치.

**청구항 17**

디지털 영화 시스템에서, 컬러 성분으로 분리되는 픽셀 데이터를 구비하는 디지털 이미지를 압축하는 장치로서,

각 그룹이 하나의 DC 값과 복수의 AC 값을 구비하는, 픽셀 데이터의 컬러 성분 그룹들을 판독하는 수단;

상기 픽셀 데이터의 컬러 성분 그룹을 픽셀 데이터의 서브-블록들로 분할하기 위해 블록 사이즈 할당을 생성하는 수단;

상기 픽셀 데이터의 서브-블록을 대응하는 DC 와 AC 주파수 영역 표현으로 변환하는 수단;

상기 AC 주파수 영역 표현을 데이터의 AC 스트림으로 스케일링하는 수단;

상기 데이터의 AC 스트림을 직렬화하는 수단;

상기 직렬화된 AC 데이터를 지수 분포를 이용하여 런-LENGTH 코딩 (run-length coding) 하는 수단;

제 1 DC 주파수 영역 표현을 인코딩하는 수단; 및

제 2 DC 주파수 영역 표현을 잔여값으로 인코딩하는 수단을 구비하고,

상기 스케일링 동작은 상기 이미지의 품질과 상관되는 품질 메트릭에 기초하며,

상기 잔여값은 상기 제 2 DC 주파수 영역 표현과 상기 제 1 DC 주파수 영역 표현 사이의 차이이고,  
 적어도 상기 인코딩하는 수단 또는 상기 런-LENGTH 코딩하는 수단은 골롬-라이스 (Golomb-Rice) 인코딩을 이용하  
 고,  
 골롬 파라미터는 진폭 또는 런-LENGTH의 대수 (logarithmic) 함수에 기초하여 계산되는, 디지털 이미지 압축  
 장치.

**청구항 18**

제 17 항에 있어서,  
 상기 스케일링 동작은, 주파수 가중화 마스크가 인간의 시각계에 보다 더 민감한 이미지 부분을 강조하고 인간  
 의 시각계에 덜 민감한 이미지 부분은 덜 강조하도록, 상기 픽셀 데이터의 서브-블록에 주파수 가중화 마스크를  
 제공하는 동작을 더 포함하는, 디지털 이미지 압축 장치.

**청구항 19**

제 17 항에 있어서,  
 상기 변환 동작은 DCT (Discrete Cosine Transform) 를 수행하는, 디지털 이미지 압축 장치.

**청구항 20**

제 19 항에 있어서,  
 상기 변환 동작은 DCT (Discrete Cosine Transform) 이후에 DQT (Differential Quad-tree Transform) 를 수행  
 하는, 디지털 이미지 압축 장치.

**청구항 21**

디지털의 주파수 영역 데이터로서, 복수의 슬라이스를 구비하고, 각각의 슬라이스는 복수의 블록을 가지며, 각  
 각의 블록은 하나의 DC 성분과 복수의 AC 성분을 갖는 상기 데이터를 프레임내에서 무손실로 인코딩하는 장치로  
 서,  
 연속적인 슬라이스에 대해 연속적인 DC 성분값을 수신하도록 구성되는 수신기;  
 각 슬라이스의 제 1 DC 성분값을 인코딩하며, 연속적인 DC 성분값을 잔여값으로서 인코딩하도록 구성되는 인코  
 더; 및  
 상기 복수의 AC 성분을 인코딩하도록 구성되는 인코더를 구비하고,  
 각각의 잔여값은 현재의 DC 성분값과 선행하는 DC 성분값 사이의 차이의 함수이며,  
 상기 인코더들 중 적어도 하나는 골롬-라이스 (Golomb-Rice) 인코딩을 이용하고,  
 골롬 파라미터는 진폭 또는 런-LENGTH (run-length) 의 대수 (logarithmic) 함수에 기초하여 계산되는, 무손실의  
 프레임내 인코딩 장치.

**청구항 22**

제 21 항에 있어서,  
 상기 디지털의 주파수 영역 데이터는 이미지 데이터인, 무손실의 프레임내 인코딩 장치.

**청구항 23**

제 21 항에 있어서,  
 상기 디지털의 주파수 영역 데이터는 오디오 데이터인, 무손실의 프레임내 인코딩 장치.

**청구항 24**

삭제

**청구항 25**

제 21 항에 있어서,

상기 잔여값의 인코딩은, 상기 잔여값과 상기 잔여값의 부호의 함수로서 상기 잔여값을 인코딩하는 것을 포함하는, 무손실의 프레임내 인코딩 장치.

**청구항 26**

제 25 항에 있어서,

상기 잔여값의 인코딩은,

$$y = \begin{cases} 2x, & x \geq 0 \text{ 이면} \\ 2|x|-1, & \text{그렇지 않으면} \end{cases}$$

의 수학식을 이용하여 y 의 값이 되도록 결정되고, 이 경우, x 는 인코딩될 DC 성분값의 진폭인, 무손실의 프레임내 인코딩 장치.

**청구항 27**

디지털의 주파수 영역 데이터로서 복수의 슬라이스를 구비하고, 각각의 슬라이스는 복수의 블록을 가지며, 각각의 블록은 하나의 DC 성분과 복수의 AC 성분을 갖는 상기 데이터를 프레임내에서 무손실로 인코딩하는 방법을, 컴퓨터가 수행하도록 하는 코드를 저장하는 컴퓨터-판독가능 매체로서,

컴퓨터가 제 1 슬라이스의 제 1 DC 성분값을 수신하도록 하는 코드;

컴퓨터가 상기 제 1 슬라이스의 상기 제 1 DC 성분값을 인코딩하도록 하는 코드;

컴퓨터가 상기 제 1 슬라이스의 제 2 DC 성분값을 수신하도록 하는 코드;

컴퓨터가 상기 제 1 슬라이스의 상기 제 2 DC 성분값을 잔여값 (residual value) 으로서 인코딩하도록 하는 코드; 및

컴퓨터가 상기 복수의 AC 성분을 인코딩하도록 하는 코드를 포함하고,

상기 잔여값은, 상기 제 1 슬라이스의 상기 제 1 DC 성분값과 상기 제 1 슬라이스의 상기 제 2 DC 성분값 사이의 차이, 및 상기 제 1 슬라이스의 상기 제 1 DC 성분값과 상기 제 1 슬라이스의 상기 제 2 DC 성분값 사이의 차이의 부호의 함수이며,

컴퓨터가 인코딩하도록 하는 코드 중 적어도 하나는 골롬-라이스 (Golomb-Rice) 인코딩을 이용하고,

골롬 파라미터는 진폭 또는 런-LENGTH (run-length) 의 대수 (logarithmic) 함수에 기초하여 계산되는, 무손실의 프레임내 인코딩 방법.

**명세서**

<1> **발명의 배경**

<2> **I. 발명의 분야**

<3> 본 발명은 이미지 프로세싱 및 압축에 관한 것이다. 좀 더 상세하게, 본 발명은 골롬-라이스 (Golomb-Rice) 를 이용하여 주파수 영역에서 DC 계수를 무손실 코딩하는 것에 관한 것이다.

<4> **II. 관련 기술의 설명**

디지털 화상 프로세싱은 디지털 신호 프로세싱의 일반적인 분야에서 중요한 위치를 차지한다. 인간의 시각적 인지력의 중요성은 디지털 화상 프로세싱 기술 분야 및 학문에 있어서 많은 관심과 진보를 촉진해왔다. 필름이나 영화를 투영하기 위해 이용되는 것들과 같이, 비디오 신호들의 송수신 분야에서, 이미지 압축 기술에

다양한 향상이 있어 왔다. 현재 제안된 비디오 시스템들 중 다수가 디지털 인코딩 기술을 이용한다. 이러한 분야의 태양은 이미지 코딩, 이미지 복원, 및 이미지 특징 선택을 포함한다. 이미지 코딩은 요구되는 대역폭을 최소화할 수 있는 소수의 비트를 이용하여, 한편으로 동시에 일정한 제한내의 왜곡을 유지하면서 효율적인 방식으로 디지털 통신 채널의 화상을 송신하고자 하는 시도를 나타낸다. 이미지 복원은 대상의 실제 이미지를 복구하기 위한 노력을 나타낸다. 통신 채널을 통해 송신되는 코딩된 이미지는 다양한 팩터에 의해 왜곡될 수 있다. 열화의 원인은 대상으로부터 이미지를 생성할 때 최초로 발생할 수 있다. 특징 선택은 화상에 대한 임의의 특성 선택을 지칭한다. 그러한 특성들은 더 넓은 콘텍스트 (context) 에서는 인식, 분류, 및 결정이 요구되어야 한다.

<5> 삭제

<6> 디지털 영화에서와 같이, 비디오의 디지털 인코딩은 개선된 이미지 압축 기술들에 의해 유리해진 영역이다. 디지털 이미지 압축은 일반적으로 무손실 및 손실 방법의 두 개의 카테고리들로 구분될 수 있다. 무손실 이미지는 어떠한 정보의 손실도 없이 복구된다. 손실 방법은 압축비율, 압축 알고리즘의 품질 및 알고리즘의 구현에 따른 복구 불가능한 정보의 손실을 수반한다. 일반적으로, 손실 압축 접근법은 비용-효율적인 디지털 영화 접근법에 요구되는 압축 비율들을 얻기 위해 고려된다. 디지털 영화 품질 수준을 달성하기 위해서 압축 접근법은 시각적으로 무손실 레벨의 성능을 제공하여야 한다. 이와 같이, 압축 프로세스의 결과로 정보의 수학적 손실이 있다고 하더라도, 이 손실에 의해 야기되는 이미지 왜곡은 정상적인 관찰 조건 하에서 관찰자에게 감지되지 않아야 한다.

<7> 기존의 디지털 이미지 압축 기술들은, 다른 애플리케이션, 즉 텔레비전 시스템들을 위해 발달되어 왔다. 이러한 기술들은 의도하는 애플리케이션들에 적합한 설계 절충안을 만들어 왔지만, 영화 상영에 요구되는 품질 조건을 만족시키지는 못했다.

<8> 디지털 영화 압축 기술은 영화 관람객들이 이전에 경험했던 시각적 품질을 제공해야 한다. 이상적으로, 디지털 영화의 시각적 품질은 고품질의 일반 상영 영화의 품질을 능가하고자 하는 시도를 해야한다. 동시에, 압축 기술은 실질적으로 높은 코딩 효율을 가져야 한다. 여기에서 정의된 바와 같이, 코딩 효율은 임의의 품질 수준을 만족시키기 위해 압축된 이미지 품질에 요구되는 비트 레이트를 지칭한다. 또한, 시스템과 코딩기술은 다른 포맷들을 조정하기 위해 내장 유연성 (built in flexibility) 을 가져야 하고, 비용 효율적이어야 하는데, 즉, 작은 사이즈의 효율적인 디코더 또는 인코더 프로세스이다.

<9> 다수의 가용 압축 기술들은 현저한 수준의 압축을 제공하지만, 비디오 신호 품질의 열화를 유발한다. 통상적으로, 압축된 정보를 전송하는 기술들은 정보가 고정 비트 레이트로 전송되는 것이 필요하다.

<10> 비디오 신호들에 대해 원하는 수준의 품질을 보증하면서 현저한 수준의 압축을 제공할 수 있는 한가지 압축 기술은 인코딩된 이산 코사인 변환 (DCT) 계수 데이터의 적응 사이즈의 블록들과 서브-블록들을 이용한다. 이 하에서 이 기술을 ABSDCT (Adaptive Block Size Discrete Cosine Transform; 적응 블록 사이즈 이산 코사인 변환) 방법이라고 지칭한다. 이 기술은 발명의 명칭이 "Adaptive Block Size Image Compression Method And System" 으로 본 발명의 양수인에게 양도되어 여기에서 참조로서 포함되는 미국특허 제 5,021,891 호에 개시되어 있다. 또한, DCT 기술은 발명의 명칭이 "Adaptive Block Size Image Compression Method And System" 으로 본 발명의 양수인에게 양도되어 여기에서 참조로서 포함되는 미국특허 제 5,107,345 호에 개시되어 있다. 또한, DQT (Differential Quadtree Transform) 기술과 결합된 ABSDCT 기술의 이용은 발명의 명칭이 "Adaptive Block Size Image Compression Method And System" 으로 본 발명의 양수인에게 양도되어 여기에서 참조로서 포함되는 미국특허 제 5,452,104 호에 개시되어 있다. 이들 특허에서 개시된 시스템들은 "프레임 내 (intra-frame)" 인코딩이라고 지칭하는 것을 이용하는데, 여기서 이미지 데이터의 각각의 프레임은 임의의 다른 프레임의 콘텐츠와 관계없이 인코딩된다. ABSDCT 기술을 이용하여, 달성 가능한 데이터 레이트는 식별 가능한 이미지 품질의 열화 없이, 초당 약 15억 비트에서 초당 약 5천만 비트로 감소될 수도 있다.

<11> ABSDCT 기술은 흑백 또는 컬러 이미지 또는 이미지를 나타내는 신호를 압축하는데 이용할 수 있다. 컬러 입력 신호는 YIQ 포맷일 수 있는데, 여기서 4:4:4 또는 다른 포맷에 대해, Y는 휘도 또는 밝기 샘플이고 I 와 Q 는 색상 또는 컬러 샘플이다. YUV, YCbCr, 또는 RGB 포맷과 같은 다른 공지된 포맷들이 또한 이용될 수 있다. 컬러에 대한 눈의 낮은 공간 감도로 인해 대부분의 연구는 수평 및 수직 방향으로 4 인 팩터 만큼의 서브-샘플이 바람직하다는 것을 보여주고 있다. 따라서, 비디오 신호는 4 개의 휘도 성분과 2 개의 색상 성분에 의

해 표현될 수 있다.

<12> ABSDCT 를 이용하여, 일반적으로 비디오 신호는 프로세싱을 위해 픽셀들의 블록들로 분할될 것이다. 각각의 블록에 대해, 휘도와 색상 성분들은 블록 인터리버 (inteleaver) 를 통과해야 한다. 예를 들어,  $16 \times 16$  (픽셀) 블록이 블록 인터리버에 제공될 수도 있으며, 블록 인터리버는 각각의  $16 \times 16$  블록 내의 이미지 샘플들의 순서를 정하거나 조직하여 이산 코사인 변환 (DCT) 분석을 위한 데이터의 블록과 복합 서브-블록들을 생성한다. DCT 오퍼레이터는 시간과 공간 샘플링된 신호를 동일한 신호의 주파수 표현으로 변환하는 한가지 방법이다. 주파수 표현으로 변환함으로써 양자화기가 이미지의 주파수 분산 특성들을 이용할 수 있도록 설계될 수 있기 때문에 DCT 기술들은 매우 높은 수준의 압축을 허용하고 있음을 보여준다. 바람직한 실시형태에서 하나의  $16 \times 16$  DCT 가 제 1 순위로 적용되고, 4 개의  $8 \times 8$  DCT 는 제 2 순위로 적용되고, 16 개의  $4 \times 4$  DCT 는 제 3 순위로 적용되며, 64 개의  $2 \times 2$  DCT 는 제 4 순위로 적용된다.

<13> DCT 동작은 비디오 소스 내에 내재한 공간 중복성 (spatial redundancy) 을 줄인다. DCT 가 수행된 후, 대부분의 비디오 신호 에너지는 소수의 DCT 계수 내에 집중하는 경향이 있다. 추가적인 변환인, DQT (Differential Quad-Tree Transform) 는 DCT 계수들간의 중복성을 감소시키기 위해 이용될 수 있다.

<14>  $16 \times 16$  블록과 각각의 서브-블록의 경우에, 블록 또는 서브 블록을 인코딩하기 위해 요구되는 비트 수를 결정하기 위해 DCT 계수 값들과 DQT 값 (DQT가 이용되는 경우) 이 분석된다. 그 다음, 인코딩할 최소한의 비트 수를 요구하는 블록 또는 서브 블록들의 조합이 이미지 세그먼트 (segment) 를 나타내기 위해 선택된다. 예를 들어, 2 개의  $8 \times 8$  서브 블록들, 6 개의  $4 \times 4$  서브 블록들, 및 8개의  $2 \times 2$  서브 블록들이 이미지 세그먼트를 나타내기 위해 선택될 수 있다.

<15> 그 다음, 선택된 블록 또는 서브 블록들의 조합은 순서대로  $16 \times 16$  블록에 적절하게 배열된다. 그 후, DCT/DQT 계수 값들은 송신을 위한 준비로서 주파수 가중화, 양자화, 및 코딩 (예를 들어, 가변 길이 코딩) 을 경험한다. 전술한 ABSDCT 기술이 매우 잘 수행된다고 하더라도 이는 계산 집약적이다 (computationally intensive).

또한, ABSDCT의 이용이 시각적으로 손실이 없다고 하더라도, 인코딩된 것과 정확히 동일한 방법으로 데이터를 복구하는 것이 때때로 바람직하다. 예를 들어, 마스터링 (mastering) 및 아카이빙 (archival) 용도인 경우에는 본래의 영역 (native domain) 에서 정확하게 복구할 수 있는 방식으로 데이터들을 압축할 것이 요구된다.

<16> 삭제

<17> **발명의 요약**

<18> 본 발명은 데이터가 인코딩된 것과 똑같은 방식으로 데이터를 복구하는 것이 가능하게 하는 데이터 압축 장치 및 방법이다. 실시형태들은 이산 코사인 변환 계수 데이터의 적응 사이즈 블록들과 서브 블록들을 이용하는 이미지 압축 방법 및 품질 기반 시스템을 포함한다. 픽셀 데이터의 블록은 인코더로 입력된다. 인코더는 블록 사이즈 할당 (block size assignment : BSA) 소자를 포함하는데, BSA 는 프로세싱을 위해 픽셀들의 입력 블록을 분할한다. 블록 사이즈 할당은 입력 블록과 더 서브분할된 (subdivided) 블록들의 분산들에 기초한다. 일반적으로, 블록과 서브블록 평균값들이 다른 소정의 범위 내에 있다면, 더 큰 분산들을 갖는 영역들은 더 작은 블록들로 서브분할되고, 더 작은 분산들을 갖는 영역들은 서브분할되지 않는다. 따라서, 먼저 블록의 분산 임계값은 평균값에 따라 그것의 공칭값 (nominal value) 으로부터 변경되고, 그 다음, 블록의 분산은 임계값과 비교되어, 분산이 임계값보다 크면 블록은 서브분할된다.

<19> 블록 사이즈 할당은 변환 소자에 제공되며, 이는 픽셀 데이터를 주파수 영역 데이터로 변환한다. 변환은 블록 사이즈 할당을 통해 선택된 블록과 서브 블록들에 대해서만 수행된다. AC 소자의 경우에, 변환 데이터는 그 후 양자화와 직렬화 (serialization) 를 통해 스케일링을 경험한다. 변환 데이터의 양자화는 콘트라스트, 계수 카운트, 레이트 왜곡, 블록 사이즈 할당의 밀도, 및/또는 과거 스케일 팩터들에 대해 조정하는 스케일 팩터와 같은 이미지 품질 메트릭 (metric) 에 기초하여 양자화된다. 지그-재그 스케일링과 같은 직렬화는 동일한 값의 가능하면 가장 긴 런 령스 (run length) 를 생성하는 것에 기초한다. 그 다음, 데이터의 스트림은 송신을 위한 준비로서 가변 길이 코더에 의해 코딩된다. 코딩은 허프만 코딩이거나, 또는 코딩은 고폴름-라이스를 이용한 인코딩과 같이, 지수 분포에 기초할 수도 있다.

- <20> DC 성분의 경우에, 각각의 슬라이스의 제 1 DC 성분값이 인코딩된다. 각각의 슬라이스의 각각의 후속의 DC 성분값은 잔여 (residual) 값, 즉 현재 값과 현재값에 선행하는 DC 성분값 사이의 차이이다. 각각의 슬라이스의 초기 DC 성분값 및 잔여값들은 곱셈-라이스를 이용하여 인코딩된다.
- <21> 따라서, 일 실시형태의 일 태양은 손실 없는 압축0을 효율적으로 수행하는 장치와 방법을 제공하는 것이다.
- <22> 일 실시형태의 다른 태양은 마스터링과 아카이벌 용도에 도움이 되는 방법으로 손실 없이 디지털 이미지와 오디오 정보를 압축하는 것이다.
- <23> 일 실시형태의 또 다른 태양은 손실 없이 DC 성분값들을 압축하는 인코딩 방식을 구현하는 것이다.
- <24> 일 실시형태의 또 다른 태양은 낮은 분산을 갖는 잔여값들을 생성하는 것이다.
- <25> 일 실시형태의 또 다른 태양은 지수분포 내의 데이터를 이용하는 인코딩 방식을 이용하는 것이다.

**도면의 간단한 설명**

본 발명의 특징, 및 이점은 도면과 함께 취해졌을 때 이하 개시된 상세한 설명으로부터 더 명확하게 될 것이며, 도면에서 동일한 참조 부호는 동일한 대상을 나타낸다.

- <26> 삭제
- <27> 삭제
- <28> 도 1 은 이미지 압축 및 프로세싱 시스템의 인코더 부분에 대한 블록 다이어그램이다.
- <29> 도 2 는 이미지 압축 및 프로세싱 시스템의 디코더 부분에 대한 블록 다이어그램이다.
- <30> 도 3 은 분산 기반의 블록 사이즈 할당에 포함된 프로세싱 단계들을 나타내는 플로우 다이어그램이다.
- <31> 도 4a 는 DCT 계수 매트릭스에서 제로 런-LENGTH (zero run-length) 의 Y 성분의 지수 분포를 나타내는 도면이다.
- <32> 도 4b 는 DCT 계수 매트릭스에서 제로 런 LENGTH의 C<sub>b</sub> 성분의 지수 분포를 나타내는 도면이다.
- <33> 도 4c 는 DCT 계수 매트릭스에서 제로 런 LENGTH의 C<sub>r</sub> 성분의 지수 분포를 나타내는 도면이다.
- <34> 도 5a 는 DCT 계수 매트릭스에서 진폭 사이즈의 Y 성분의 지수 분포를 나타내는 도면이다.
- <35> 도 5b 는 DCT 계수 매트릭스에서 진폭 사이즈의 C<sub>b</sub> 성분의 지수 분포를 나타내는 도면이다.
- <36> 도 5c 는 DCT 계수 매트릭스에서 진폭 사이즈의 C<sub>r</sub> 성분의 지수 분포를 나타내는 도면이다.
- <37> 도 6 은 곱셈-라이스 인코딩 프로세스를 나타내는 도면이다.
- <38> 도 7 은 곱셈-라이스 인코딩 장치를 나타내는 도면이다.
- <39> 도 8 은 DC 성분값들을 인코딩하는 프로세스를 나타내는 도면이다.

**바람직한 실시형태들에 대한 상세한 설명**

- <41> 디지털 신호들의 디지털 전송을 용이하게 하고 그에 대응하는 이점을 향유하기 위해, 일반적으로 신호 압축의 몇 가지 형태를 이용할 필요가 있다. 최종 이미지에서 높은 압축을 얻기 위해, 이미지의 높은 품질을 유지하는 것 또한 중요하다. 또한, 계산 효율은 콤팩트 하드웨어 구현에 요구되며, 이는 다수의 애플리케이션에서 중요하다.
- <42> 본 발명의 일 실시형태에 대해 상세하게 설명하기 전에, 본 발명은 도면에 도시되거나 또는 다음의 상세한 설명에서 개시된 성분들의 배열 및 구성의 세부사항들에 대한 애플리케이션으로 제한되지 않는다는 점이 이해되어야 할 것이다. 본 발명은 다른 실시형태들이 가능하며, 다양한 방법으로 실시될 수 있다. 또한, 여기에서 이용되는 어구와 용어는 설명을 목적으로 하는 것이지 제한으로 간주되어서는 안된다는 것도 이해되어야 할 것이다.

<43> 일 실시형태의 일 태양에 이용되는 이미지 압축은 발명의 명칭이 "Contrast Sensitive Variance Based Adaptive Block Size DCT Image Compression" 으로 1999년 11월 8일자로 출원되어 본 출원의 양수인에게 양도되었으며 여기에서 참조로서 포함하는, 동시 계속 중인 (co-pending) 미국 특허출원 제 09/436,085 호에 개시되어 있는 것과 같은 이산 코사인 변환 (DCT) 기술에 기초한다. DCT 를 이용하는 이미지 압축 및 복원 시스템은 발명의 명칭이 "Quality Based Image Compression" 으로 2000년 1월 28일자로 출원되어 본 출원의 양수인에게 양도되었으며 여기에서 참조로서 포함하는, 동시 계속 중인 (co-pending) 미국 특허출원 제 09/494,192 호 개시되어 있다. 일반적으로, 디지털 영역에서 프로세싱되는 이미지는  $N \times N$  사이즈의 오버랩되지 않는 블록 어레이로 분할된 픽셀 데이터로 구성된다. 2 차원 DCT는 각각의 블록에서 수행될 수도 있다. 2 차원 DCT는 다음의 관계식으로 정의된다:

$$X(k,l) = \frac{\alpha(k)\beta(l)}{\sqrt{N * M}} \sum_{m=0}^{N-1} \sum_{n=0}^{M-1} x(m,n) \cos\left[\frac{(2m+1)\pi k}{2N}\right] \cos\left[\frac{(2n+1)\pi l}{2M}\right], 0 \leq k, l \leq N-1$$

<44>

$$\alpha(k), \beta(k) = \begin{cases} 1, & k = 0 \\ \sqrt{2}, & k \neq 0 \end{cases}$$

여기서, 이고,  $x(m,n)$  은  $N \times M$  블록 내에서 위치  $(m,n)$  에서의 픽셀이며,  $X(k,l)$  은 대응하는 DCT 계수이다.

<45> 픽셀 값은 음이 아니기 때문에, DCT 성분  $X(0,0)$  은 항상 양이고 보통 대부분의 에너지를 갖는다. 실제로, 통상적인 이미지의 경우에, 변환 에너지의 대부분은 성분  $X(0,0)$  주위에 집중되어 있다. 이러한 에너지 집중 특성은 DCT 기술을 매우 유용한 압축방법으로 만든다는 것이다.

<46> 이미지 압축 기술은 콘트라스트 적응 코딩을 이용하여 더 높은 비트 레이트 감소를 얻을 수 있다. 가장 자연스러운 이미지들은 상대적으로 천천히 변하는 평면 영역들과 물체의 경계 및 높은 콘트라스트 텍스처와 같은 빠르게 변하는 영역으로 이루어지는 것을 알 수 있다. 콘트라스트 적응 코딩 방식은 더 많은 비트를 빠르게 변하는 영역들에 할당하고 더 적은 비트들을 덜 빠르게 변하는 영역들에 할당함으로써 이러한 팩터를 이용한다.

<47> 콘트라스트 적응 방법들은 프레임간 코딩 (공간-시간 프로세싱) 을 대신하여 프레임내 코딩 (공간 프로세싱) 을 이용한다. 프레임간 코딩은 본래부터 더 복잡한 프로세싱 회로들과 다수의 프레임 버퍼들을 필요로 한다. 다수의 애플리케이션에서, 실제 구현을 위해서는 복잡도를 감소시킬 필요가 있다. 또한, 프레임내 코딩은 공간-시간 프로세싱 코딩 방식이 동작하지 않고 잘 실행되게 할 수 없는 상황에서 유용하다. 예를 들어, 초당 24 프레임의 영화들은 기계적인 서터로 인해 통합 시간 (integration time) 이 상대적으로 짧기 때문에 이러한 카테고리에 해당할 수 있다. 짧은 통합 시간은 더 높은 정도의 시간 에일리어싱 (temporal aliasing) 을 허용한다. 프레임 대 프레임 상관도는 갑자기 움직일수록 빠른 움직임에 대해 동작을 하지 않는다고 가정한다. 프레임내 코딩은 또한 50 Hz 및 60 Hz 전력선 주파수가 포함되는 경우에 표준화하기가 더 쉽다. 텔레비전은 현재 50 Hz 또는 60 Hz 중 어느 하나로 신호를 전송한다. 디지털 접근법인 프레임내 방식의 이용은 50 Hz 및 60 Hz 동작에 적응하거나 프레임 레이트 대 공간 해상도를 트레이드 오프함으로써 초당 24 프레임의 영화에서도 적용될 수 있다.

<48> 이미지 프로세싱의 목적을 위해, DCT 동작은 오버랩되지 않는 블록들의 어레이로 분할된 픽셀 데이터 상에서 수행된다. 비록 여기에서는 블록사이즈가  $N \times N$  사이즈로 논의되지만, 다양한 블록 사이즈들이 이용될 수 있도록 계획될 수 있다. 예를 들어,  $N \times M$  블록 사이즈가 이용될 수도 있으며, 여기서,  $N$  과  $M$  은  $M$  이  $N$  보다 크거나 또는 작은 정수이다. 다른 중요한 태양은, 블록이  $i$ 와  $j$ 가 정수일 때,  $N/i \times N/i$ ,  $N/i \times N/j$ ,  $N/i \times M/j$  등과 같은 하나 이상의 레벨의 서브-블록들로 분할될 수 있다는 것이다. 또한, 여기에서 논의되는 것과 같은 예시적인 블록 사이즈는 DCT 계수의 대응하는 블록과 서브-블록을 갖는  $16 \times 16$  픽셀 블록이다. 또한, 예를 들어,  $9 \times 9$  와 같이 모두 짝수 또는 홀수인 다양한 다른 정수들이 이용될 수도 있도록 계획될 수 있다.

<49> 도 1 및 도 2 는 구현 가능한 직렬화기 (serializer) 개념이 포함된 이미지 프로세싱 시스템 (100) 을 나타낸다. 이미지 프로세싱 시스템 (100) 은 수신된 비디오 신호를 압축하는 인코더 (104) 를 포함한다. 압축된 신호는 송신 채널 또는 물리적 매체 (108) 를 이용하여 송신되어, 디코더 (112) 에 의해 수신된다.

디코더 (112) 는 수신된 인코딩된 데이터를, 이후 표시될 수도 있는 이미지 샘플들로 디코딩한다.

<50> 일반적으로, 이미지는 프로세싱을 위해 픽셀들의 블록들로 분할된다. 컬러 신호는 RGB-YC<sub>1</sub>C<sub>2</sub> 변환기 (116) 를 이용하여 RGB 공간으로부터 YC<sub>1</sub>C<sub>2</sub> 공간으로 변환될 수도 있으며, 여기서 Y 는 휘도 또는 밝기 성분, 그리고 C<sub>1</sub> 및 C<sub>2</sub> 는 색상 또는 컬러 성분이다. 컬러에 대한 눈의 낮은 공간 감도로 인해 다수의 시스템들은 수직 및 수평 방향으로 4 의 팩터로 C<sub>1</sub> 및 C<sub>2</sub> 성분들을 서브-샘플링한다. 그러나, 서브-샘플링은 필요하지 않다.

4:4:4 포맷으로 알려진 전체 해상도 이미지는 커버링 "디지털 영화" 라고 지칭하는 것들과 같은 몇몇의 애플리케이션에서 매우 유용하거나 필요할 수 있다. 2 가지 가능한 YC<sub>1</sub>C<sub>2</sub> 표현들은 YIQ 표현과 YUV 표현으로, 양자 모두는 당업계에 널리 공지되어 있다. 또한, YCbCr로 알려진 다양한 YUV 표현을 이용할 수도 있다. 또한, 이것은 홀수와 짝수 성분으로 분리될 수도 있다. 따라서, 실시 형태에서 Y-짝수, Y-홀수, Cb-짝수, Cb-홀수, Cr-짝수, Cr-홀수라는 표현이 이용된다.

<51> 바람직한 실시형태에서, 각각의 홀수 및 짝수 Y, Cb, 그리고 Cr 성분들은 서브-샘플링 없이 프로세싱된다. 따라서, 픽셀들의 16 × 16 블록의 6개의 성분들은 각각은 인코더 (104) 에 제공된다. 예시의 목적으로, Y-짝수 성분을 위한 인코더 (104) 가 도시되어 있다. 유사한 인코더들이 Y-홀수 성분, 그리고 짝수 및 홀수 Cb 및 Cr 성분들을 위해 이용된다. 인코더 (104) 는 비디오 압축을 위한 준비로서 블록 사이즈 할당을 수행하는 블록 사이즈 할당 소자 (120) 를 포함한다. 블록 사이즈 할당 소자 (120) 는 블록 내의 이미지의 지각적 특성 (perceptual characteristics) 에 기초하여 16 × 16 블록의 블록 분해를 결정한다. 블록 사이즈 할당은 16 × 16 블록 내에서의 활동에 따른 쿼드-트리 (quad-tree) 방식으로, 각각의 16 × 16 블록을 8 × 8, 4 × 4, 그리고 2 × 2 와 같은 더 작은 블록들로 서브분할한다. 블록 사이즈 할당 소자 (120) 는 그 길이가 1 과 21 비트 사이일 수 있는 PQR 데이터로 지칭되는 쿼드-트리 데이터를 생성한다. 따라서, 블록 사이즈 할당이 16 × 16 블록이 분할되는 것으로 결정한다면, PQR 데이터의 R 비트가 설정되고, 4 개로 분할된 8 × 8 블록들에 대응하는 Q 데이터의 4 개의 추가 비트들이 수반된다. 블록 사이즈 할당이 8 × 8 블록들 중 어느 하나가 서브 분할되는 것으로 결정한다면, 서브분할된 각각의 8 × 8 블록에 관해 P 데이터의 4 개의 추가 비트들이 추가된다.

<52> 도 3 을 참조하면, 블록 사이즈 할당 소자 (120) 의 구체적인 동작을 보여주는 플로우 다이어그램이 제공된다. 블록의 분산은 블록을 서브분할하는 결정에 메트릭으로서 이용된다. 단계 202 에서 시작하면, 픽셀의 16 × 16 블록이 판독된다. 단계 204 에서, 16 × 16 블록의 분산 (v16) 이 계산된다. 분산은 다음 식에 의해 계산된다.

$$\text{var} = \frac{1}{N^2} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} x^2_{i,j} - \left( \frac{1}{N^2} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} x_{i,j} \right)^2$$

<53> 여기서, N=16 이고, x<sub>i,j</sub> 는 N × N 블록 내에서 i 번째 행, j 번째 열의 픽셀이다. 단계 206 에서, 블록의 평균값이 2 개의 소정의 값들 사이라면, 먼저 분산 임계값 (T16) 이 새로운 임계값 (T'16) 을 제공하도록 변경되며, 그 후 블록 분산은 새로운 임계값 (T'16) 과 비교된다.

<55> 분산 (v16) 이 임계값 (T16) 보다 크지 않다면, 단계 208 에서, 16 × 16 블록의 시작 어드레스는 임시 저장소에 기록되며, PQR 데이터 중 R 비트가 0 으로 설정되어 16 × 16 블록이 서브분할되지 않는다고 표시한다. 그 다음, 알고리즘은 픽셀의 다음 16 × 16 블록을 판독한다. 분산 (v16) 이 임계값 (T16) 보다 크다면, 단계 210 에서 PQR 데이터의 R 비트는 1 로 설정되어 16 × 16 블록이 4 개의 8 × 8 블록들로 서브분할될 것이라고 표시한다.

<56> 단계 212 에 도시된 바와 같이, i=1:4 인 4 개의 8 × 8 블록은 추가 서브분할에 관해 연속적으로 고려된다. 단계 214 에서, 각각의 8 × 8 블록에 대해, 분산 (v8<sub>i</sub>) 이 계산된다. 단계 216 에서, 블록의 평균값이 두 개의 소정의 값들 사이에 있다면, 먼저 분산 임계값 (T8) 이 새로운 임계값 (T'8) 을 제공하기 위해 변경되고, 그 후 블록 분산은 이 새로운 임계값과 비교된다.

<57> 분산 (v8<sub>i</sub>) 이 임계값 (T8) 보다 크지 않다면, 단계 218 에서, 8 × 8 블록의 시작 어드레스는 임시 저장소에 기록되고, 대응하는 Q 비트인 Q<sub>i</sub> 는 0 으로 설정된다. 그 후, 다음 8 × 8 블록이 프로세싱된다. 분산

( $v_{8,i}$ )이 임계값 (T8) 보다 크다면, 단계 220 에서, 대응하는 Q 비트인  $Q_i$  는 1 로 설정되어  $8 \times 8$  블록이 4개의  $4 \times 4$  블록들로 서브분할될 것이라고 표시한다.

<58> 단계 222 에 도시된 바와 같이,  $j_i=1:4$  인 4 개의  $4 \times 4$  블록들은 추가 서브분할에 관해 연속적으로 고려된다.

단계 224 에서, 각각의  $4 \times 4$  블록에 대해서, 분산 ( $v_{4,i_j}$ ) 이 계산된다. 단계 226 에서, 블록의 평균값이 두 개의 소정의 값들 사이에 있다면, 먼저 분산 임계값 (T4) 은 새로운 분산 (T'4) 을 제공하기 위해 변경되고, 그 후 블록 분산은 이 새로운 임계값과 비교된다.

<59> 분산 ( $v_{4,i_j}$ ) 이 임계값 (T4) 보다 크지 않다면, 단계 228 에서  $4 \times 4$  블록의 어드레스가 기록되고, 대응하는 P 비트인  $P_{ij}$  가 0 으로 설정된다. 그 후, 다음  $4 \times 4$  블록이 프로세싱된다. 분산 ( $v_{4,i_j}$ ) 이 임계값 (T4) 보다 크다면, 단계 230 에서 대응하는 P 비트인  $P_{ij}$  는 1 로 설정되어  $4 \times 4$  블록이 4 개의  $2 \times 2$  블록들로 서브분할될 것이라고 표시한다. 또한, 4 개의  $2 \times 2$  블록들의 어드레스가 임시 저장소에 기록된다.

<60> 임계값 (T16, T8, 및 T4) 은 소정의 상수들일 수도 있다. 이것은 경성 판정 (hard decision) 으로 공지되어 있다. 다른 방법으로, 적응 또는 연성 판정 (soft decision) 이 구현될 수도 있다. 예를 들어, 연성 판정은  $2N \times 2N$  블록들의 평균 픽셀 값에 따라 분산에 대한 임계값이 변하며, 여기서, N 이 8, 4, 2 일 수 있다. 따라서, 평균 픽셀값의 함수들은 임계값으로 이용될 수도 있다.

<61> 예시의 목적으로, 다음의 예를 고려한다. Y 성분에 대한 소정의 분산 임계값은  $16 \times 16$ ,  $8 \times 8$ , 및  $4 \times 4$  블록들에 대해 각각 50, 1100, 및 880 으로 한다. 즉, T16=50, T8=1100, 및 T4=880이다. 평균값의 범위는 80과 100이다.  $16 \times 16$  블록에 대해 계산된 분산이 60 이라고 가정한다. 60 은 T16 보다 크고, 평균값 90 은 80 과 100 사이에 있기 때문에  $16 \times 16$  블록은 4 개의  $8 \times 8$  블록들로 서브분할된다.  $8 \times 8$  블록들에 대한 계산된 분산이 1180, 935, 980, 1210 이라고 가정한다.  $8 \times 8$  블록들 중 2 개는 T8 을 초과하기 때문에, 이들 2 개의 블록들은 더 서브분할되어 전체적으로 8 개의  $4 \times 4$  서브-블록들을 생성한다. 마지막으로, 8 개의  $4 \times 4$  블록들의 분산이 620, 630, 670, 610, 590, 525, 930, 및 690 이고, 대응하는 평균값이 90, 120, 110, 115 라고 가정한다. 첫번째  $4 \times 4$  블록의 평균값이 (80, 100) 범위에 해당하기 때문에, 그 임계값은 880 보다 작은 T'4=200 으로 작아지게 될 것이다. 따라서, 이  $4 \times 4$  블록은 7 번째  $4 \times 4$  블록과 마찬가지로 서브분할된다.

<62> 휘도 성분 Y-홀수 및 컬러 성분들 ( $C_b$ -짝수,  $C_b$ -홀수,  $C_r$ -짝수,  $C_r$ -홀수) 에 대한 블록 사이즈를 할당하는데 유사한 절차가 사용된다. 컬러 성분들은 수평적으로, 수직적으로, 또는 양쪽 모두로 데시메이트될 (decimated) 수도 있다.

<63> 또한, 비록 블록 사이즈 할당이 탑 다운 접근법 (top down approach), 즉 가장 큰 블록 (본 실시예에서는  $16 \times 16$ ) 이 처음으로 평가되는 것으로 설명되어 있더라도, 그 대신에 바텀 업 접근법 (bottom up approach) 이 이용될 수도 있다. 바텀 업 접근법은 먼저 가장 작은 블록들 (본 실시예에서는  $2 \times 2$ ) 을 평가할 것이다.

<64> 도 1 을 다시 참조하면, 선택된 블록들의 어드레스와 함께 PQR 데이터가 DCT 소자 (124) 에 제공된다. DCT 소자 (124) 는 선택된 블록들에 대해 적절한 사이즈의 이산 코사인 변환을 수행하기 위해 PQR 데이터를 이용한다. 단지 선택된 블록들만이 DCT 프로세싱을 경험해야 한다.

<65> 이미지 프로세싱 시스템 (100) 은 또한 DCT 의 DC 계수들 간의 중복성을 감소시키기 위한 DQT 소자 (128) 를 포함한다. DC 계수는 각각의 DCT 블록의 좌상 코너에서 발견된다. DC 계수들은 일반적으로 AC 계수들과 비교된다. 사이즈들 간의 불일치는 효율적인 가변 길이 코더의 설계를 어렵게한다. 따라서, DC 계수들 간의 중복성을 감소시키는 것이 유리하다.

<66> DQT 소자 (128) 은 동시에  $2 \times 2$  를 취해서, DC 계수들에 대해 2-D DCT 들을 수행한다.  $4 \times 4$  블록들 내의  $2 \times 2$  블록들로 시작하여, 하나의 2-D DCT가 4 개의 DC 계수들에 대해 수행된다. 이러한  $2 \times 2$  DCT 는 4 개의 DC 계수들의 DQT (Differential Quad-Tree Transform) 라고 지칭한다. 다음으로,  $8 \times 8$  블록 내의 3 개의 인접한 DC 계수들과 함께 DQT의 DC 계수가 다음 레벨의 DQT를 계산하기 위해 이용된다. 최종적으로,  $16 \times 16$  블록 내의 4 개의  $8 \times 8$  블록들의 DC 계수들이 DQT를 계산하기 위해 이용된다. 따라서,  $16 \times 16$  블록에서, 하나의 진정한 DC 계수가 있고 나머지는 DCT 와 DQT 에 대응하는 AC 계수들이다.

<67> 변형 계수들 (DCT와 DQT 모두) 은 양자화를 위해 이 양자화기에 제공된다. 바람직한 실시형태에서, DCT 계수들은 주파수 가중화 마스크 (frequency weighting mask : FWM) 와 양자화 스케일 팩터를 이용하여

양자화된다. FWM 은 입력 DCT 계수들의 블록과 동일한 크기의 주파수 가중치들의 테이블이다. 주파수 가중치들은 상이한 DCT 계수들에 상이한 가중치들을 적용한다. 가중치들은 인간의 시각 또는 광학 시스템이 더 민감한 주파수 콘텐츠를 갖는 입력 샘플들을 강조하고, 시각 또는 광학 시스템에 덜 민감한 주파수 콘텐츠를 갖는 샘플들을 경시하도록 설계된다. 또한, 가중치들은 관찰 거리 등과 같은 팩터들에 기초하여 설계될 수 있다.

<68> 가중치들은 실험적 데이터에 기초하여 선택된다. 8 × 8 DCT 계수들을 위한 가중화 마스크를 설계하는 방법은 본 발명에서 참조로서 인용된 ISO/IEC JTC1 CD 10918, "Digital compression and encoding of continuous-tone still images- part 1 : Requirements and guideline" International Standards Organization, 1994 에 개시된다. 일반적으로 2 개의 FWM이 고안되는데, 하나는 휘도 성분을 위한 것이고, 하나는 색상 성분들을 위한 것이다. 블록 사이즈 2 × 2와 4 × 4를 위한 FWM 테이블들은 8 × 8블록의 데시메이션 (decimation) 에 의해 얻어지고, 16 × 16은 8 × 8 블록을 위한 보간 (interpolation) 에 의해 얻어진다. 스케일 팩터는 양자화된 계수들의 품질과 비트 레이트를 제어한다.

<69> 따라서, 각각의 DCT 계수는 다음 관계식에 의해 양자화된다:

$$DCT_q(i, j) = \left\lfloor \frac{8 * DCT(i, j)}{fwm(i, j) * q} \pm \frac{1}{2} \right\rfloor$$

<70>

<71> 여기서, DCT(i, j)는 입력 DCT 계수, fwm(i, j)는 주파수 가중화 마스크, q는 스케일 팩터, 그리고 DCT<sub>q</sub>(i, j)는 양자화된 계수이다. DCT 계수의 부호에 따라 괄호 안의 첫번째 텀 (term) 이 라운드 (round) 업 또는 다운된다. DCT 계수들은 또한 적합한 가중화 마스크를 이용하여 양자화된다. 그러나, 다수의 테이블 또는 마스크가 이용되어, 각각의 Y, Cb, 및 Cr 성분들에 대해 적용될 수 있다.

<72> 그 후, AC 값들은 DC 값들로부터 분리되어 (130) 별도로 프로세싱된다. DC 소자들에 대해, 각각의 슬라이스의 제 1 DC 성분값이 인코딩된다. 그 다음, 각각의 슬라이스의 각각의 후속의 DC 성분값은 그 DC 성분값과 이에 선행하는 DC 성분값 사이의 차이에 의해 표현되고 인코딩된다 (134). 손실 없는 인코딩의 경우에, 각각의 슬라이스의 제 1 DC 성분값과 차이들은 도 6 과 도 8 에 관해 설명된 바와 같이, 곱셈-라이트를 이용하여 인코딩된다 (138). 연속하는 DC 성분값들 간의 차이에 관해 곱셈-라이트 인코딩을 이용하는 것은 DC 성분값들의 차이들 (differentials) 이 양-측면의 지수분포를 갖는 경향이 있다는 점에서 유리하다. 그 후, 데이터는 버퍼 (142) 를 이용하여 일시적으로 저장될 수 있고, 그 후 전송 채널 (108) 을 통해 디코더 (112) 로 전송 또는 송신된다.

<73> 도 8 은 DC 성분값을 인코딩하는 프로세스를 나타낸다. 이 프로세스는 정지 이미지, (이에 제한되는 것은 아니지만 동영상 또는 고화질 TV 등과 같은) 비디오 이미지, 및 오디오에도 동일하게 적용될 수 있다. 소정의 데이터 슬라이스 (804) 의 경우에, 슬라이스의 제 1 DC 성분값을 검색한다 (808). 그 다음, 제 1 DC 성분값을 코딩한다 (812). AC 성분값과 달리, DC 성분값은 양자화될 필요가 없다. 일 실시형태에서는, 블록 사이즈 할당 장애와 관계없이, 16 × 16 블록에 대한 단일 DC 값이 이용된다. 8 × 8 또는 4 × 4 와 같은 임의의 고정 사이즈 블록이나 블록 사이즈 할당에 의해 정의되는 임의의 가변 블록 사이즈가 이용될 수 있음을 알 수 있다. 그 다음, 소정 슬라이스의 제 2, 또는 후속의 DC 성분값을 검색한다 (816). 그 다음, 제 2 DC 성분값을 제 1 DC 성분값과 비교하고, 그 차이, 즉 잔여값을 인코딩한다 (820). 따라서, 제 2 DC 성분값은 제 1 DC 성분값과 제 2 DC 성분값 사이의 차이로서 표현되기만 하면 된다. 슬라이스의 DC 성분값 각각에 대해, 이러한 프로세스가 반복된다. 따라서, 슬라이스의 끝 (마지막 블록 및 그에 따른 마지막 DC 값) 에 도달했는지 여부에 대한 검사가 수행된다 (824). 그렇지 않다면 (828), 슬라이스의 후속 DC 값이 검색되며 (816), 프로세스가 반복된다. 그렇다면 (832), 후속 슬라이스가 검색되며 (804), 프레임의 모든 슬라이스와 파일의 모든 프레임이 프로세싱될 때까지, 프로세스가 반복된다.

<74> DC 성분값을 무손실로 인코딩하는 목적은 잔여값이 낮은 분산을 갖게 하려는 것이다. DCT 의 이용시, DC 계수의 성분값이 최대 픽셀 에너지에 기여한다. 따라서, DC 성분값을 양자화하지 않음으로써, 잔여값의 분산은 감소한다.

<75> AC 요소의 경우, 그 다음, 데이터 블록 및 주파수 가중화 마스크가 양자화기 (146), 또는 스케일 팩터 소자에 의해 스케일링된다. DCT 계수의 양자화로 인해 이들 중 다수가 0 으로 감소되며, 이로 인해, 압축이 발생한

다. 바람직한 일 실시형태에는, 평균 비트 레이트에 대응하는 32 개의 스케일 팩터가 있다. MPEG 2 와 같은 다른 압축 방법과 달리, 평균 비트 레이트는, 목표 비트 레이트와 버퍼 상태 대신에, 프로세싱된 이미지의 품질에 기초하여 제어된다.

<76> 압축을 더 증가시키기 위해, 양자화된 계수는 스캔 직렬화기 (150 ; scan serializer) 에 제공된다. 직렬화기 (150) 는 양자화된 계수 블록을 스캐닝하여 양자화된 계수의 직렬화된 스트림을 생성한다. 지그-재그 스캐닝, 컬럼 스캐닝, 또는 로우 스캐닝이 이용될 수 있다. 또한, 지그재그 이외의 패턴 뿐만 아니라 다수의 상이한 지그재그 스캐닝 패턴이 선택될 수 있다. 바람직한 일 기술은 지그재그 스캐닝에 8 × 8 블록 크기를 이용한다. 양자화된 계수의 지그재그 스캐닝은 제로값의 큰 런 (large run of zero values) 에 접할 기회를 증가시킨다. 이러한 제로 런은 본질적으로, 감소하는 확률을 가지며, 허프만 부호를 이용해 효율적으로 인코딩될 수 있다.

<77> 직렬화되고 양자화된 AC 계수의 스트림은 가변 길이 코더 (154) 에 제공된다. AC 성분값은 허프만 (Huffman) 인코딩 또는 고폴름-라이스 인코딩을 이용해 인코딩될 수 있다. DC 성분값의 경우, 고폴름-라이스 인코딩이 이용된다. 런-렌스 코더 (run-length coder) 는 계수를 제로 계수와 논-제로 계수로 분리하는데, 도 6 을 참조하여 이를 상세히 설명한다. 일 실시형태에서는, 고폴름-라이스 코딩이 이용된다. 고폴름-라이스 인코딩은 지수 분포를 갖는 음이 아닌 정수를 코딩하기에 효율적이다. 지수 분포의 변수에 보다 짧은 길이의 코드를 제공하는 압축을 위해서는 고폴름 코드를 이용하는 것이 보다 적절하다.

<78> 고폴름 인코딩 런-렌스에서, 고폴름 코드는 음이 아닌 정수 m 에 의해 파라미터화된다. 예를 들어, 소정 파라미터 m 에 대해, 양의 정수 n 의 고폴름 코딩은 변경된 2 진 코드로 표현되는 나머지가 수반되는 1 진 코드에서 n/m 의 몫으로 표현되는데, 나머지가  $2^{\lceil \log_2 m \rceil} - m$  미만이면  $\lceil \log_2 m \rceil$  비트 길이이고, 그렇지 않으면,  $\lfloor \log_2 m \rfloor$  비트 길이이다. 고폴름-라이스 코딩은, 파라미터 m 이  $m = 2^k$  으로 표현되는 고폴름 코딩의 특수한 경우이다. 이러한 경우, n/m 의 몫은 정수 n 의 2 진 표현을 오른쪽으로 k 비트만큼 시프팅시켜 얻으며, n/m 의 나머지는 n 의 하위 k 비트로 표현된다. 따라서, 고폴름-라이스 코드는 이 둘의 접합 (concatenation) 이다. 고폴름-라이스 코딩은 수학적 1 로써 주어지는 양측 기하 (지수) 분포를 가진 양의 정수와 음의 정수 모두를 인코딩하는데 이용될 수 있다.

**수학적 1**

<79> 
$$P_a(x) = c a^{|x|}$$

<80> 수학적 1 에서, a 는 x 의 확률 감쇠를 특징짓는 파라미터이고, c 는 정규화 상수이다.  $P_a(x)$  가 단조 (monotonic) 이기 때문에, 정수값의 시퀀스가 다음의 수학적 2 를 만족시켜야 함을 알 수 있다.

**수학적 2**

<81> 
$$P_a(x_i = 0) \geq P_a(x_i = -1) \geq P_a(x_i = +1) \geq P_a(x_i = -2) \geq \dots$$

<82> 도 4a, 4b, 4c 및 5a, 5b, 5c 에 나타난 바와 같이, 양자화된 DCT 계수 매트릭스의 제로-런과 진폭 모두는 지수 분포를 갖는다. 이들 도면에 도시된 분포는 실제 이미지로부터의 데이터에 기초한다. 도 4a 는 제로 런-렌스 대 상대 주파수의 Y 성분 분포 (400) 를 나타낸다. 마찬가지로, 도 4b 및 4c 각각은 제로 런-렌스 대 상대 주파수의 Cb 및 Cr 성분 분포 (410 및 420) 를 나타낸다. 도 5a 는 진폭 크기 대 상대 주파수의 Y 성분 분포 (500) 를 나타낸다. 마찬가지로, 도 5b 및 5c 각각은 진폭 크기 대 상대 주파수의 Cb 및 Cr 성분 분포 (510 및 520) 를 나타낸다. 도 5a, 5b 및 5c 에서, 플롯은 DCT 계수의 크기 분포를 나타낸다. 각 사이즈는 계수 값의 범위를 나타낸다. 예를 들어, 4 의 크기 값은 {-15, -14, ..., -8, 8, ..., 14, 15} 범위, 총 16 개 값을 갖는다. 마찬가지로, 10 의 크기 값은 {-1023, -1022, ..., -512, 512, ..., 1022, 1023} 범위, 총 1024 개 값을 갖는다. 도 4a, 4b, 4c, 5a, 5b 및 5c 로부터, 런-렌스와 진폭 크기 모두 지수 분포를 갖는다는 것을 알 수 있다. 진폭의 실제 분포는 다음의 수학적 3 을 따른다는 것을 알 수 있다.

**수학식 3**

$$p(X_{k,l} = \frac{\sqrt{2\lambda}}{2} \exp\{-\sqrt{2\lambda}|X_{k,l}|\}) , k,l \neq 0$$

<83>

<84> 수학식 3 에서,  $X_{k,l}$  는 각각 수직 차원과 수평 차원에서 주파수 k 와 l 에 대응하는 DCT 계수를 나타내고, 평균

$\mu_x = \frac{1}{\sqrt{2\lambda}}$  이며, 분산  $\sigma_x^2 = \frac{1}{2\lambda}$  이다. 따라서, 설명한 방식으로 곱셈-라이스 코딩을 이용하는 것이 DCT 에서의 데이터 프로세싱에 보다 적절하다.

<85> 이하에서 이미지 데이터의 압축에 대하여 설명하긴 하지만, 본 실시형태들은 오디오 데이터를 압축하는 실시형태에도 동일하게 적용될 수 있다. 이미지 데이터 압축의 경우, 이미지 또는 비디오 신호는, 예를 들어, 선형 또는 로그 인코딩된 픽셀값을 갖는 RGB, YIQ, YUV, 또는 YCbCr 성분일 수 있다.

<86> 도 6 은 제로 및 논-제로 계수의 인코딩 프로세스 (600) 를 나타낸다. DCT 매트릭스가 스캐닝될 때, 제로와 논-제로 계수는 개별적으로 프로세싱되며 분리된다 (604). 제로 데이터의 경우, 제로 런의 길이가 결정된다. 런-렌스는 양의 정수이다. 예를 들어, 런-렌스가 n 임을 알게 되면, 곱셈 파라미터 m 이 결정된다 (612). 일 실시형태에서, 곱셈 파라미터는 런 렌스의 함수로서 결정된다. 다른 실시형태에서, 곱셈 파라미터 (m) 는 다음의 수학식 4 에 의해 결정된다.

**수학식 4**

$$m = \lceil \log_2 n \rceil$$

<87>

<88> 선택적으로, 런-렌스의 길이와 관련 곱셈 파라미터가 카운터 또는 레지스터에 의해 카운팅된다 (616). 제로의 런-렌스 (n) 를 인코딩하기 위해, 몫이 인코딩된다 (620). 일 실시형태에서, 몫은 제로의 런-렌스와 곱셈 파라미터의 함수로서 결정된다. 다른 실시형태에서, 몫 (Q) 은 다음의 수학식 5 에 의해 결정된다.

**수학식 5**

$$Q = \lfloor n/2m \rfloor$$

<89>

<90> 일 실시형태에서, 몫 (Q) 은 1 진 코드로 인코딩되는데, 이는 Q+1 개의 비트를 요한다. 다음으로, 나머지가 인코딩된다 (624). 일 실시형태에서, 나머지는 런 렌스와 몫의 함수로서 인코딩된다. 다른 실시형태에서, 나머지 (R) 는 다음의 수학식 6 을 이용해 결정된다.

**수학식 6**

$$R = n - 2^m Q$$

<91>

<92> 일 실시형태에서, 나머지 (R) 는 m-비트의 2 진 코드로 인코딩된다. 몫 (Q) 과 나머지 (R) 를 결정한 후, Q 와 R 에 대한 코드를 접합하여 (628) 제로의 런-렌스 (n) 에 대한 전체 코드를 나타낸다.

<93> 논제로 계수도 곱셈-라이스를 이용해 인코딩된다. 계수 진폭은 양 또는 음일 수 있으므로, 부호 비트를 이용하여 소정 진폭의 절대값을 인코딩해야 한다. 논-제로 계수의 진폭이 x 일 경우, 진폭은 진폭의 절대값과 부호의 함수로 표현될 수 있다. 따라서, 진폭은 다음의 수학식 7 을 이용하여 y 로 표현될 수 있다.

**수학식 7**

$$y = \begin{cases} 2x, & x \geq 0 \text{ 이면} \\ 2|x|-1, & \text{그렇지 않으면} \end{cases}$$

<94>

<95> 따라서, 논-제로 계수값이 카운터 또는 레지스터에 의해 적절하게 카운팅된다 (632). 그 다음, 진폭이 제로 이상인지의 여부가 결정된다 (636). 그렇다면, 그 값은 소정값의 2 배로 인코딩된다 (640). 그렇지 않다면, 그 값은 절대값의 2 배보다 1 작은 값으로 인코딩된다 (644). 다른 매핑 방식도 이용될 수 있음을 알

수 있다.      요점은 그 값의 부호를 구별하기 위한 추가 비트가 불필요하다는 것이다.

- <96> 수학식 7 로 표현된 바와 같이 진폭을 인코딩함으로써, x 의 양의 값은 짝수가 되고 음의 값은 홀수가 된다. 또한, 이러한 매핑은 수학식 2 에서와 같은 x 의 확률 할당을 보전한다. 수학식 7 에 나타난 바와 같이 인코딩하는 것의 이점은 양수와 음수를 나타내기 위한 부호 비트를 이용하지 않아도 된다는 점이다. 매핑이 이루어지고 난 후, y 는 제로-런에 대해 수행된 것과 동일한 방식으로 인코딩된다. 현재 블록의 모든 계수가 스캐닝될 때까지, 이 과정이 계속된다.
- <97> 본 발명의 실시형태들이 수학식 1 내지 수학식 7 의 함수로서 계수 및 런-런스의 값을 결정하긴 하지만, 정확한 수학식 1 내지 수학식 7 을 이용할 필요는 없다. 골롬-라이스 인코딩과 DCT 계수의 지수 분포 이용으로 인해, 이미지 및 오디오 데이터의 보다 효율적인 압축이 가능해진다.
- <98> 인코딩 후의 제로-런은 논-제로 진폭과 구별이 불가능하므로, 고정 길이의 특수한 프리픽스 코드 (prefix code) 를 이용하여 첫번째 제로-런의 발생을 마킹할 필요가 있을 수도 있다. 논-제로 진폭을 처리한 후에 블록의 모든 제로를 처리하는 것이 일반적이다. 이러한 경우, 골롬-라이스 코드보다 EOB (end-of-block) 코드라는 코드를 이용하는 것이 더 효율적일 수 있다. EOB 코드 또한, 선택적으로, 특수한 고정 길이의 코드이다.
- <99> 수학식 1 또는 수학식 3 에 따르면, DCT 계수 매트릭스의 진폭 또는 런-런스의 확률 분포가 a 또는 λ에 의해 파라미터화 된다. 이는 특정한 DCT 계수 블록이 발생한다면, 코딩 효율성이 향상될 수 있음을 암시한다. 그 다음, 관심있는 양 (quantity of interest) 을 인코딩하기 위한 적절한 골롬-라이스 파라미터가 이용될 수 있다. 일 실시형태에서, 각각의 누적값 및 이러한 값이 발생하는 대응 횟수를 계산하기 위해, 각각의 런-런스 및 진폭 사이즈 값에 대해 카운터 또는 레지스터가 이용된다. 예를 들어, 레지스터가 누적값 및 누적된 요소의 수를 저장하기 위한 레지스터가 각각 R<sub>ri</sub> 와 N<sub>ri</sub> 라면, 런-런스를 인코딩하기 위한 라이스-골롬 (Rice-Golomb) 파라미터로서 다음의 수학식 8 이 이용될 수 있다.

**수학식 8**

$$\left\lceil \log_2 \frac{R_{ri}}{N_{ri}} \right\rceil$$

- <100>
- <101> 진폭에 대해 유사한 과정이 이용될 수 있다.
- <102> 다시 도 1 을 참조하면, 인코더 (104) 에 의해 생성된 압축 이미지 신호는 버퍼 (142) 를 이용하여 임시 저장된 다음, 전송 채널 (108) 을 이용하여 디코더 (112) 로 전송될 수 있다. 전송 채널 (108) 은 자기적 또는 광학적 저장 장치와 같은 물리적 매체이거나 유선 또는 무선의 전달 프로세스나 장치일 수 있다. 블록 사이즈 할당 정보를 포함하는 PQR 데이터도 디코더 (112) 에 제공된다 (도 2). 디코더 (112) 는 버퍼 (164) 및, 런-런스 값과 논-제로 값을 디코딩하는 가변 길이 디코더 (168) 를 구비한다. 가변 길이 디코더 (168) 는 도 6 에서 설명한 것과 유사하지만 반대 방식으로 동작한다.
- <103> 가변 길이 디코더 (168) 의 출력은, 이용된 스캐닝 방식에 따라 계수의 순서를 지정하는 역 직렬화기 (172 ; inverse serializer) 에 제공된다. 예를 들어, 지그-재그 스캐닝, 수직 스캐닝, 및 수평 스캐닝의 혼합이 이용된다면, 역 직렬화기 (172) 는 이용된 스캐닝 타입에 따라 계수의 순서를 재지정한다. 역 직렬화기 (172) 는 계수를 복합 계수 블록으로 적절하게 순서 지정하는 것을 돕는 PQR 데이터를 수신한다.
- <104> 복합 블록은, 양자화기 스케일 팩터와 주파수 가중화 마스크의 이용으로 인한 프로세싱을 철회 (undo) 하는 역 양자화기 (174) 에 제공된다.
- <105> 그 다음, DQT (Differential Quad-tree Transform) 가 적용되었다면, 계수 블록은 IDCT 소자 (190) 가 수반되는 IDQT 소자 (186) 에 제공된다. 그렇지 않다면, 계수 블록은 IDCT 소자 (190) 에 직접 제공된다. IDQT 소자 (186) 와 IDCT 소자 (190) 는 계수를 역변환하여 픽셀 데이터의 블록을 생성한다. 그 다음, 픽셀 데이터는 RGB 형태로 보간되고 변환된 후, 장치의 디스플레이를 위해 저장되어야 한다.
- <106> 도 7 은 골롬-라이스 인코딩을 위한 장치 (700) 를 나타낸다. 도 7 의 장치는 바람직하게도 도 6 을 참조하여 설명한 바와 같은 프로세스를 구현한다. 결정기 (704) 는 런 런스 (n) 와 골롬 파라미터 (m) 를 결정한다. 선택적으로, 각각의 누적값과 이러한 값이 발생하는 대응 횟수를 계산하기 위해, 각각의 런-런스와 진폭 사이즈 값에 대해 카운터 또는 레지스터 (708) 가 이용된다. 인코더 (712) 는 런 런스와 골롬 파라미터의

함수로서 몫 (Q) 을 인코딩한다. 인코더 (712) 는 또한, 런 령스, 콜롬 파라미터, 및 몫의 함수로서 나머지 (R) 를 인코딩한다. 다른 실시형태에서, 인코더 (712) 는 또한, 논-제로 데이터값과 논-제로 데이터값의 부호의 함수로서 논제로 데이터를 인코딩한다. 접합기 (716) 를 이용하여, Q 값을 R 값과 접합한다.

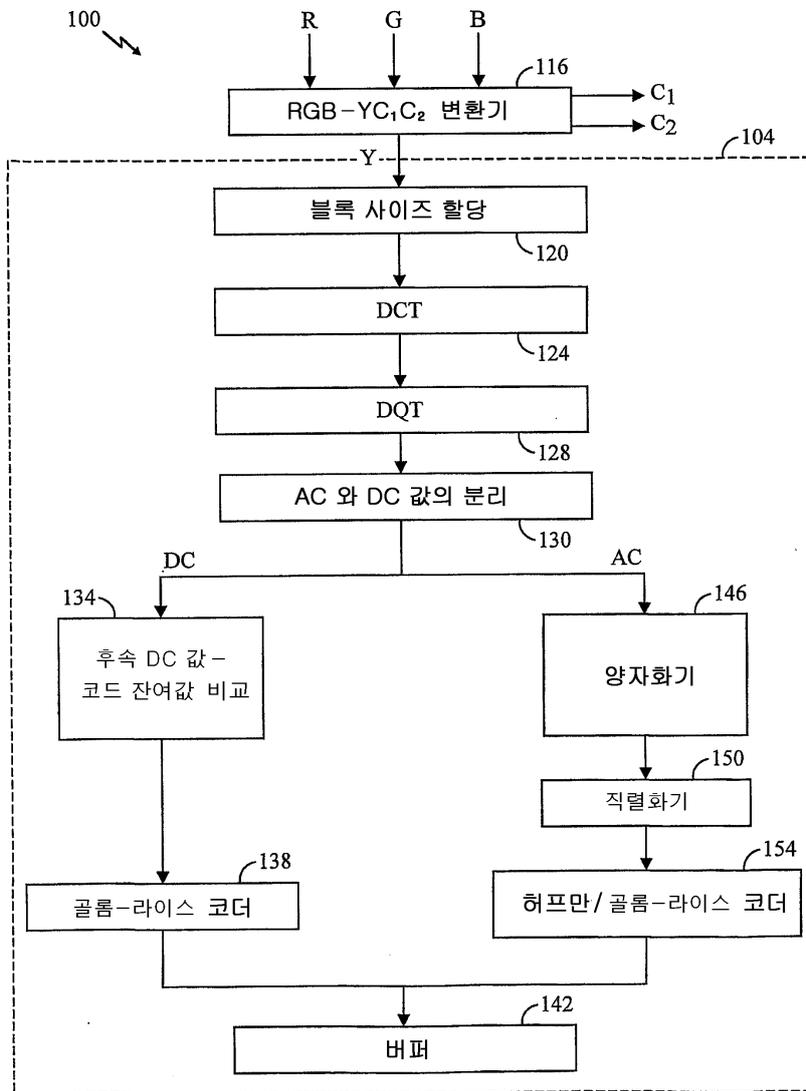
<107> 일례로서, 여기에 개시된 실시형태와 관련하여 설명된 다양한 예시적 논리 블록, 흐름도, 및 단계들은, ASIC (application-specific integrated circuit), 프로그램가능한 논리 장치, 개별적인 게이트나 트랜지스터 로직, 예를 들어, 레지스터 및 FIFO 와 같은 개별적인 하드웨어 컴포넌트, 한 세트의 펌웨어 명령어를 실행하는 프로세서, 종래의 프로그램 가능한 소프트웨어 및 프로세서, 또는 이들의 임의 조합을 이용하여 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 수행될 수 있다. 프로세서는 마이크로프로세서인 것이 바람직할 수 있지만, 다른 방법으로, 임의의 종래 프로세서, 컨트롤러, 마이크로컨트롤러, 또는 스테이트 머신일 수 있다. 소프트웨어는 RAM 메모리, 플래시 메모리, ROM 메모리, 레지스터, 하드 디스크, 이동가능한 디스크, CD-ROM, DVD-ROM, 또는 업계에 공지되어 있는 임의의 다른 형태의 저장 매체에 상주할 수 있다.

<108> 바람직한 실시형태에 대한 상기 설명은 당업자가 본 발명을 이용할 수 있도록 하기 위해 제공되었다. 당업자는 이들 실시형태를 다양하게 변형할 수 있으며, 창의력을 이용하지 않고도, 여기에서 정의된 일반적인 원리를 다른 실시형태에 적용할 수 있다. 따라서, 본 발명은 여기에 개시된 실시형태들에 한정되지 않으며, 여기에 개시된 원리와 신규한 특징에 부합하는 최광의로 해석되어야 한다.

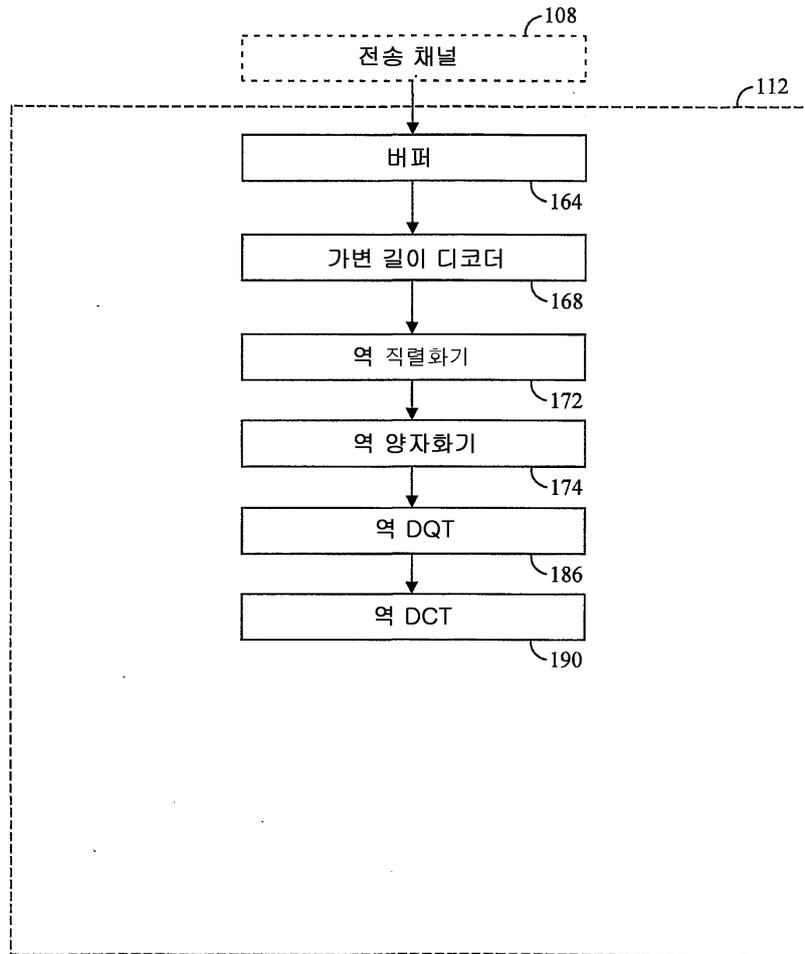
<109> 본 발명의 다른 특징 및 이점을 이하의 청구범위에 기술한다.

도면

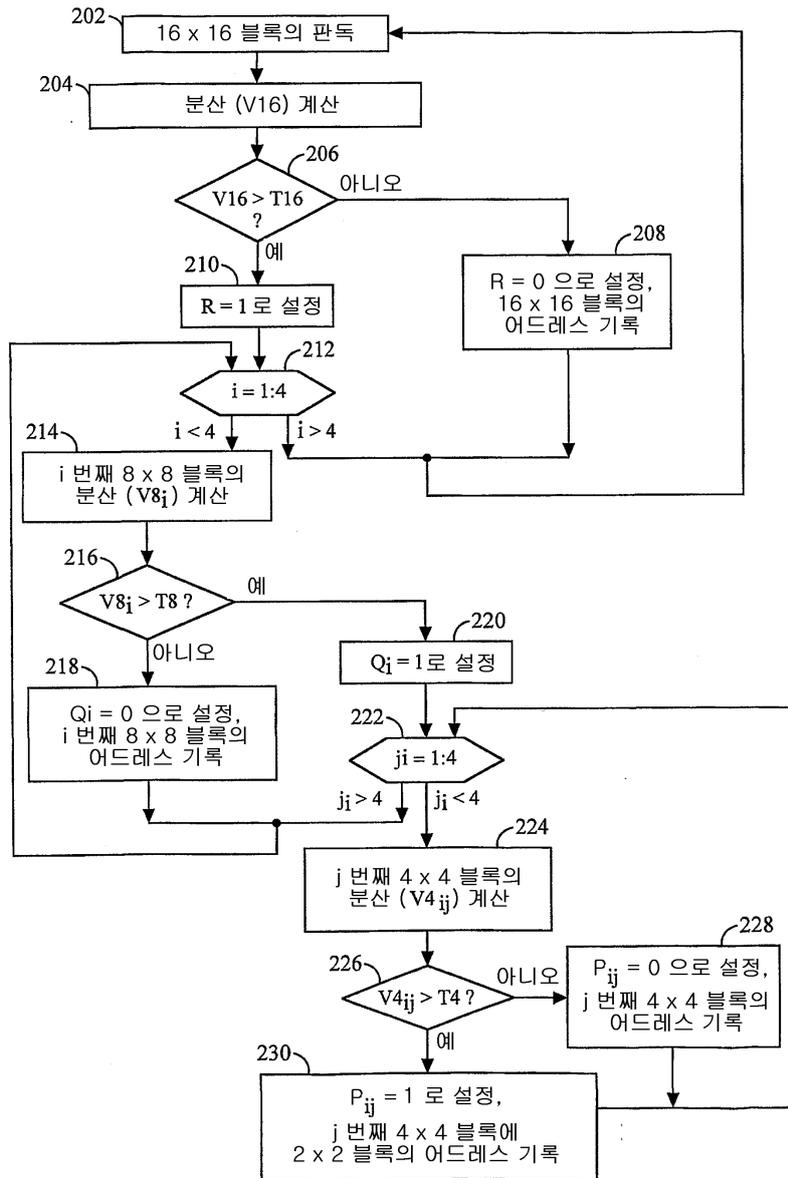
도면1



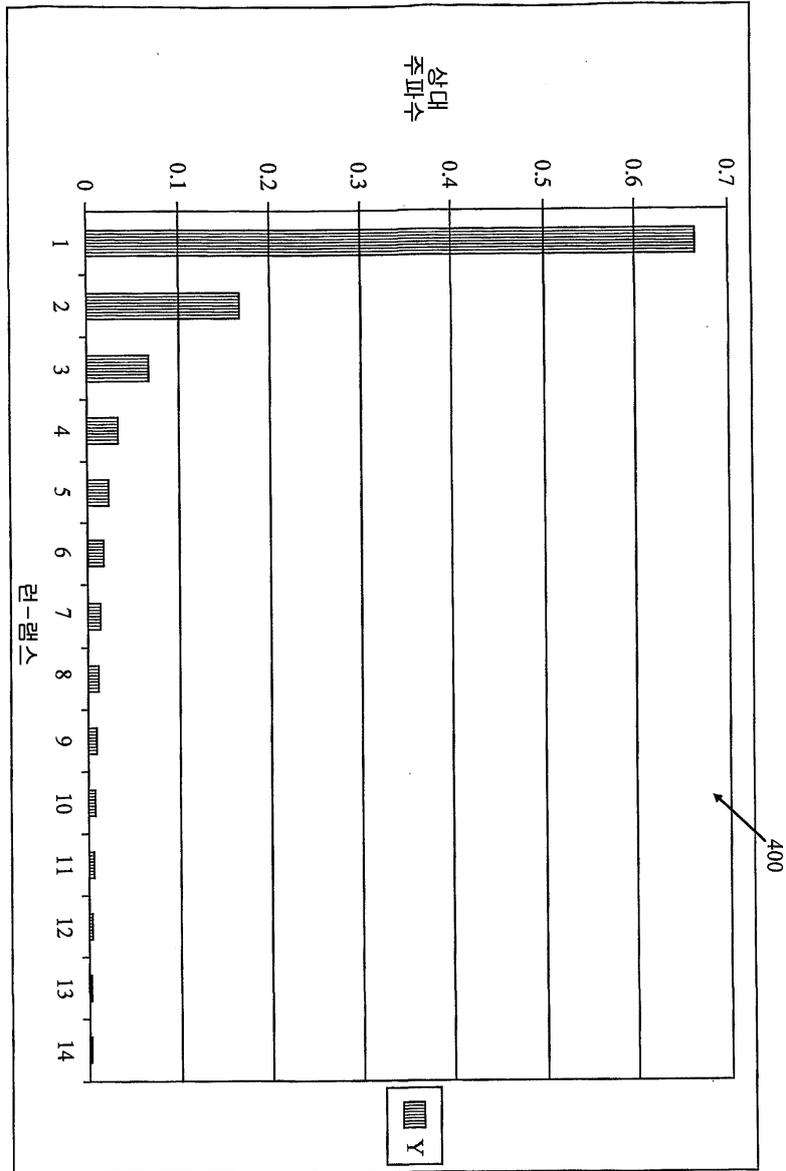
도면2



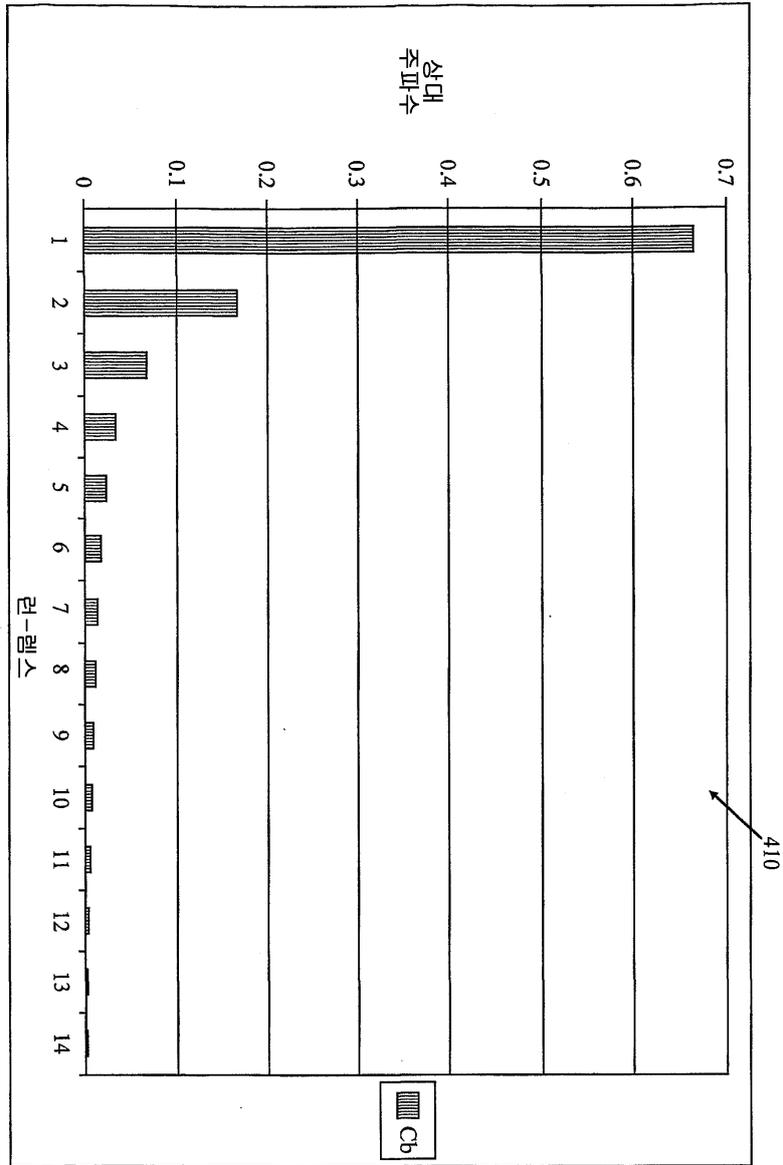
도면3



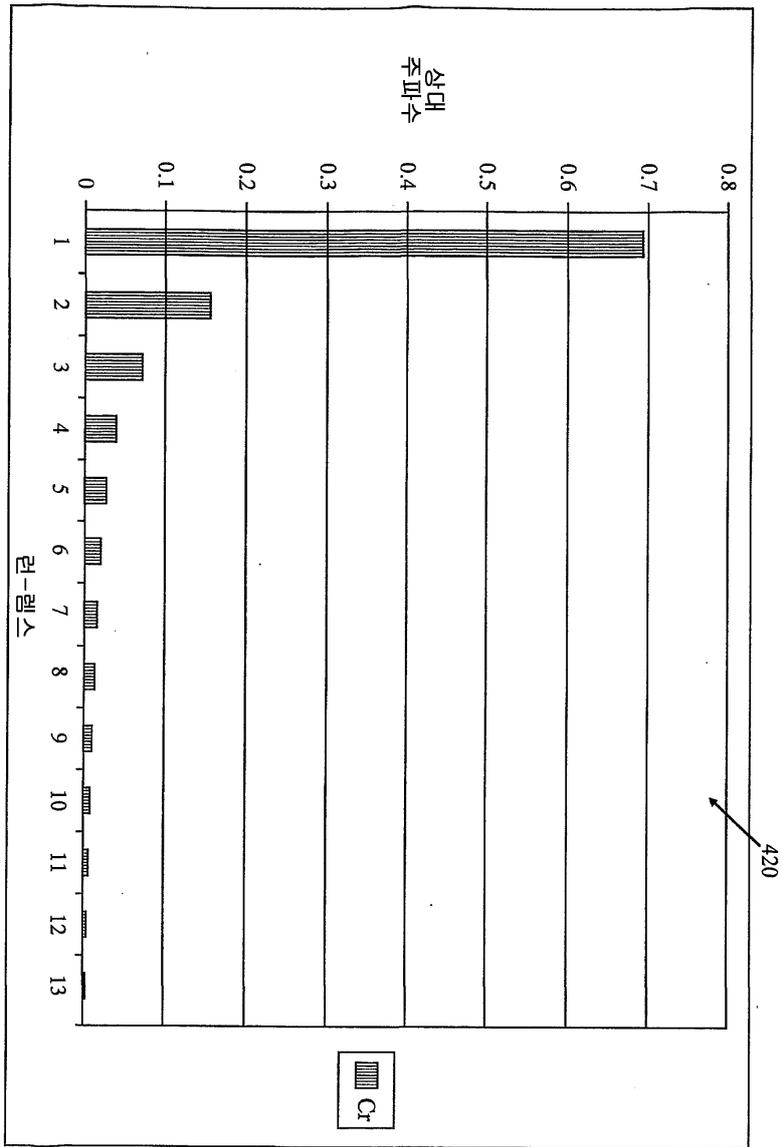
도면4a



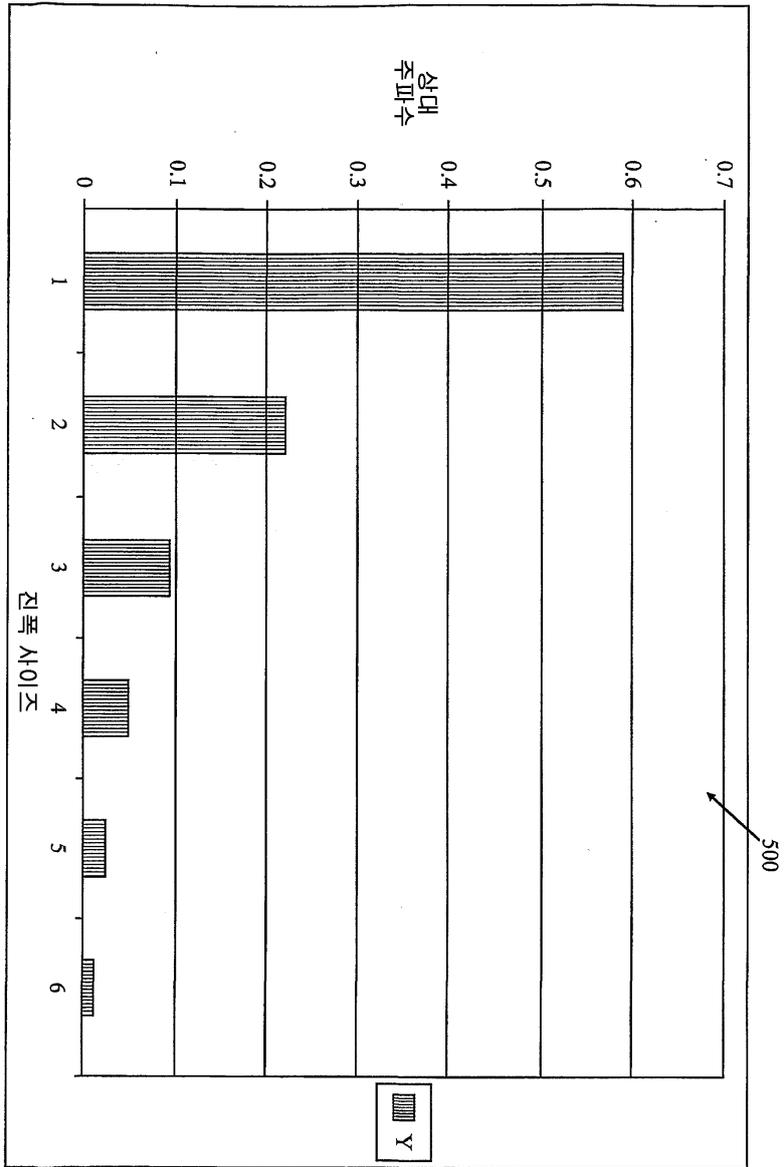
도면4b



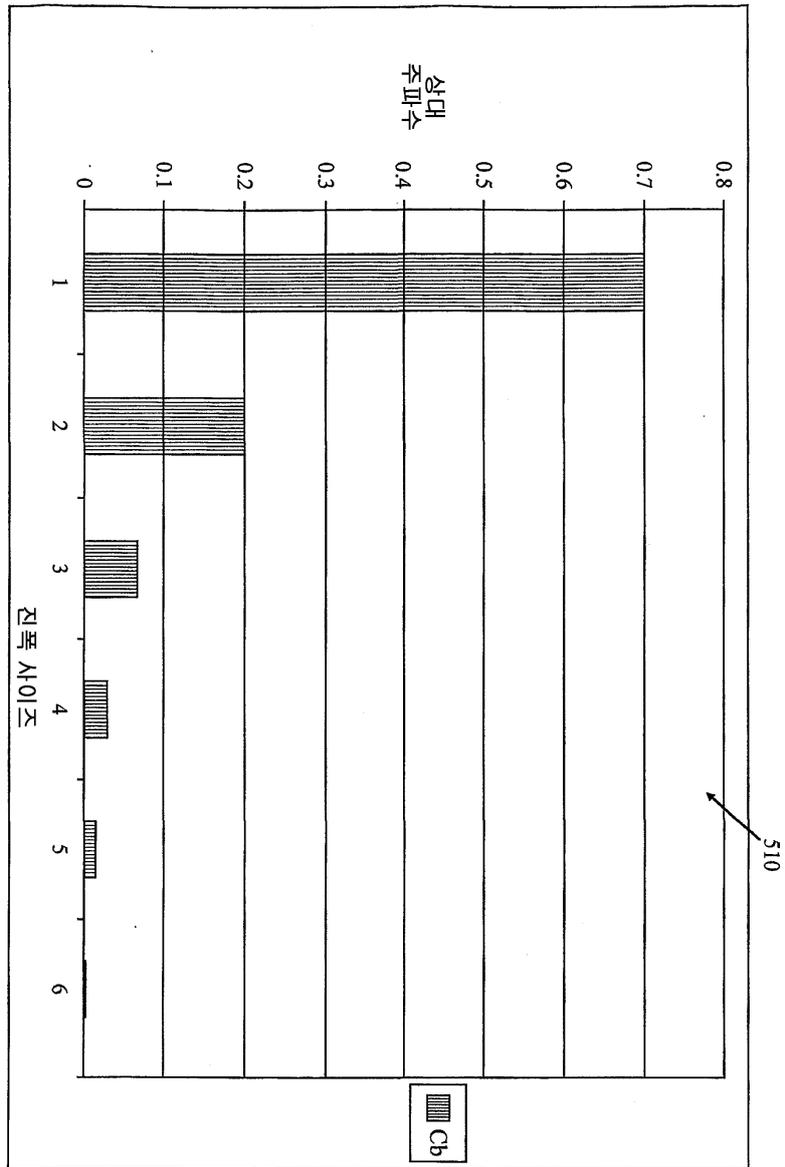
도면4c



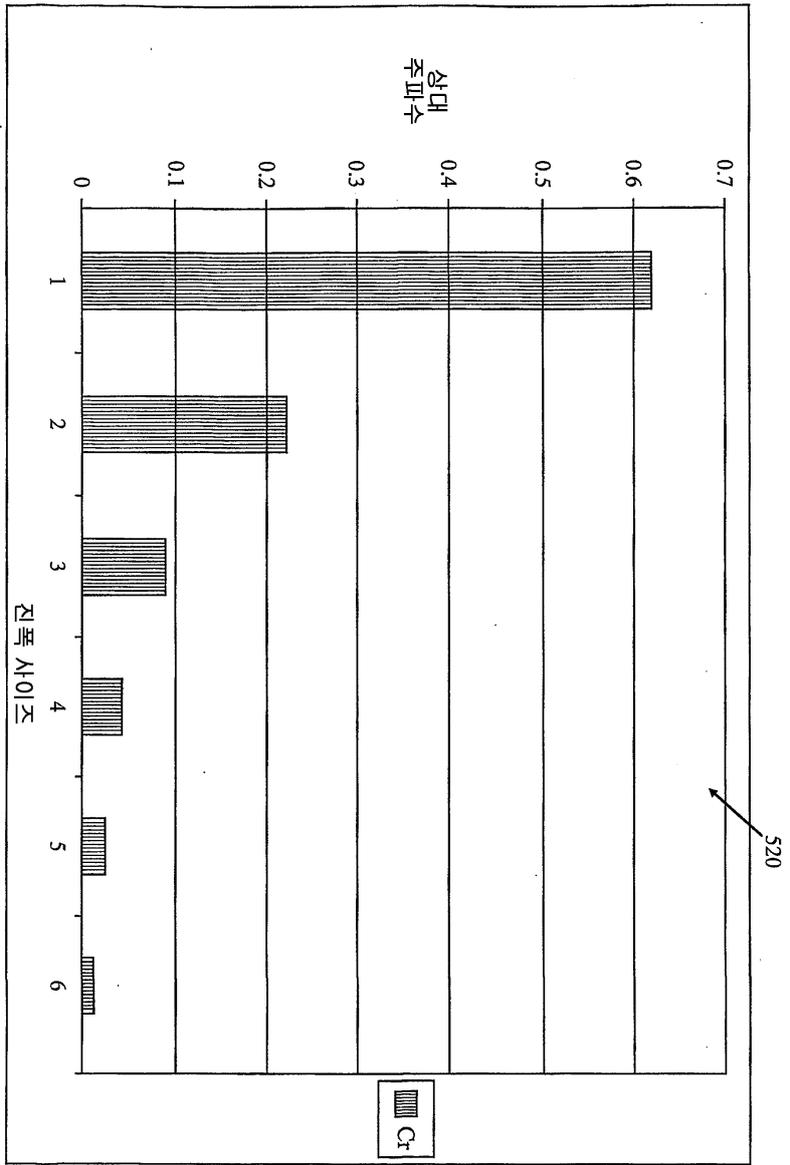
도면5a



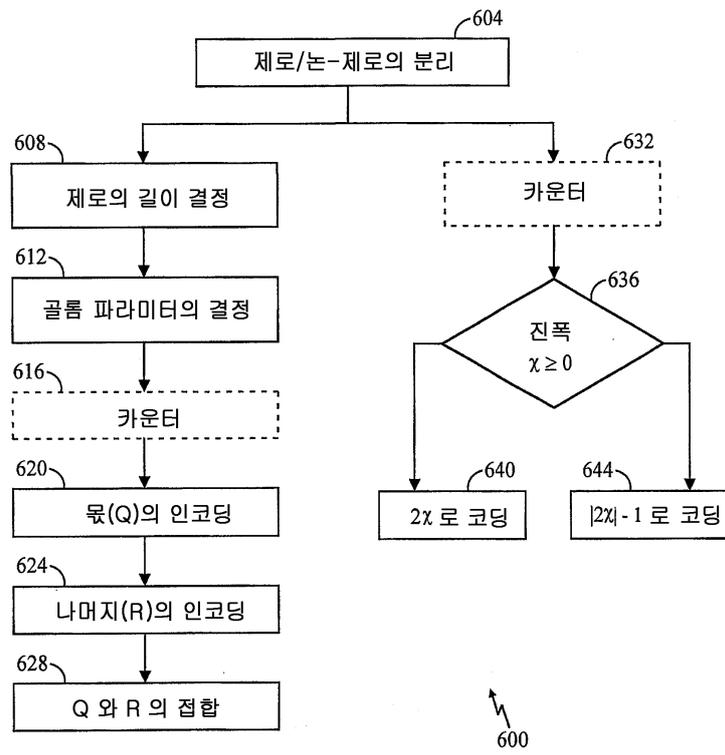
도면5b



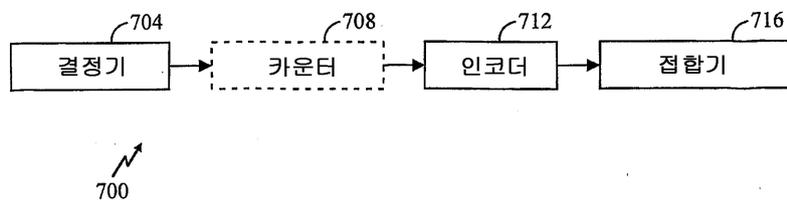
도면5c



도면6



도면7



도면8

