

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2010年12月9日(09.12.2010)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2010/140639 A1

- (51) 国際特許分類:  
H04N 1/387 (2006.01) G06T 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/059393
- (22) 国際出願日: 2010年6月2日(02.06.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2009-135301 2009年6月4日(04.06.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人 鹿児島大学 (KAGOSHIMA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒8908580 鹿児島県鹿児島市郡元一丁目2番24号 Kagoshima (JP). A・T コミュニケーションズ株式会社 (A.T COMMUNICATIONS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1100014 東京都台東区北上野一丁目9番10号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小野 智司 (ONO Satoshi) [JP/JP]; 〒8908580 鹿児島県鹿児島市郡元一丁目2番24号 国立大学法人鹿児島大学内 Kagoshima (JP). 中山 茂 (NAKAYAMA Shigeru) [JP/JP]; 〒8908580 鹿児島県鹿児島市

郡元一丁目2番24号 国立大学法人鹿児島大学内 Kagoshima (JP). 津々見 誠 (TSUTSUMI Makoto) [JP/JP]; 〒8908580 鹿児島県鹿児島市郡元一丁目2番24号 国立大学法人鹿児島大学内 Kagoshima (JP).

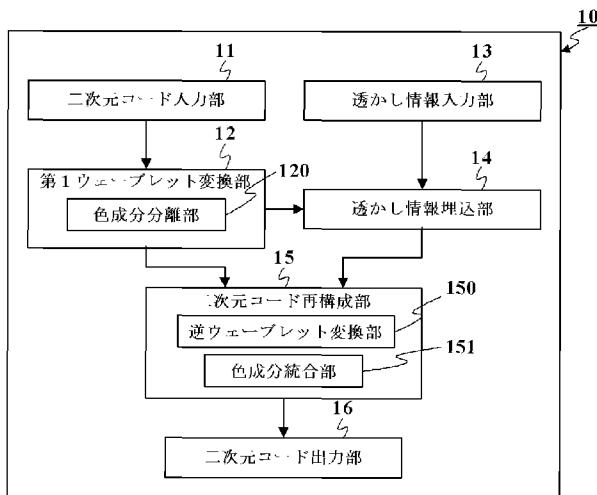
- (74) 代理人: 木村 満 (KIMURA Mitsuru); 〒1010054 東京都千代田区神田錦町二丁目7番地 協販ビル2階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) Title: WATERMARK INFORMATION EMBEDDING APPARATUS, WATERMARK INFORMATION PROCESSING SYSTEM, WATERMARK INFORMATION EMBEDDING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 透かし情報埋込装置、透かし情報処理システム、透かし情報埋込方法、及びプログラム

[図1]



- 11 TWO-DIMENSIONAL CODE INPUTTING UNIT
- 13 WATERMARK INFORMATION INPUTTING UNIT
- 12 FIRST WAVELET TRANSFORMING UNIT
- 120 COLOR COMPONENT SEPARATING UNIT
- 14 WATERMARK INFORMATION EMBEDDING UNIT
- 15 TWO-DIMENSIONAL CODE RECONFIGURING UNIT
- 150 INVERSE WAVELET TRANSFORMING UNIT
- 151 COLOR COMPONENT INTEGRATING UNIT
- 16 TWO-DIMENSIONAL CODE OUTPUTTING UNIT

(57) Abstract: Provided are a watermark information embedding apparatus, a watermark information processing system, a watermark information embedding method and a program wherein two-dimensional codes can be provided which enable the detection of copies. The watermark information embedding apparatus comprises a first wavelet transforming unit (12), a watermark information embedding unit (14) and an inverse wavelet transforming unit (150). The first wavelet transforming unit (12) subjects an original image of two-dimensional code to a discrete wavelet transform, thereby decomposing the original image into frequency components: LL, LH, HL and HH components. The watermark information embedding unit (14) embeds, as high frequency components in slanting directions, watermark information into the HH component. The inverse wavelet transforming unit (150) subjects the LL, LH and HL frequency components and the HH component, into which the watermark information has been embedded, to an inverse discrete wavelet transform, thereby reconfiguring the two-dimensional code.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/140639 A1



GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

---

複製の検知を可能にする二次元コードを提供できる透かし情報埋込装置、透かし情報処理システム、透かし情報埋込方法、及びプログラムを提供する。透かし情報埋込装置は、第1ウェーブレット変換部(12)と、透かし情報埋込部(14)と、逆ウェーブレット変換部(150)とを備える。第1ウェーブレット変換部(12)は、二次元コードの原画像に、離散ウェーブレット変換を施して、LL成分、LH成分、HL成分、及びHH成分の各周波数成分に分解する。透かし情報埋込部(14)は、HH成分に、透かし情報を斜め方向の高周波成分として埋め込む。逆ウェーブレット変換部(150)は、LL成分、LH成分、及びHL成分の各周波数成分と、透かし情報が埋め込まれたHH成分とに逆離散ウェーブレット変換を施して二次元コードを再構成する。

## 明 細 書

### 発明の名称：

**透かし情報埋込装置、透かし情報処理システム、透かし情報埋込方法、及びプログラム**

### 技術分野

[0001] 本発明は、透かし情報埋込装置、透かし情報処理システム、透かし情報埋込方法、及びプログラムに関し、特に、複製の検知を可能にする二次元コードを提供することができる透かし情報埋込装置、透かし情報処理システム、透かし情報埋込方法、及びプログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 二次元コードの一種であるQR（Quick Response）コード（登録商標）は、印刷物に機械可読な情報を埋め込むもので、昨今では、航空券に代表されるように、金銭的価値を持ったQRコードの利用が拡大している（例えば特許文献1参照）。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-318328号公報

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0004] このため、QRコードに代表される二次元コードの複製を検知する方式の開発は、急務の課題となっている。

[0005] 本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、複製の検知を可能にする二次元コードを提供することができる透かし情報埋込装置、透かし情報処理システム、透かし情報埋込方法、及びプログラムを提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

- [0006] 上記目的を達成するため、本発明の第1の観点に係る透かし情報埋込装置は、二次元コードの原画像にウェーブレット変換を施して、各周波数成分に分解する第1ウェーブレット変換部と、前記第1ウェーブレット変換部によって分解された前記各周波数成分のうち、斜め方向の高周波成分に、透かし情報を斜め方向の高周波成分として埋め込む透かし情報埋込部と、前記透かし情報埋込部によって前記透かし情報が埋め込まれた斜め方向の高周波成分、及び前記第1ウェーブレット変換部によって分解された前記各周波数成分のうち、該斜め方向の高周波成分以外の周波数成分に逆ウェーブレット変換を施して、透かし情報入り二次元コードを再構成する逆ウェーブレット変換部と、を備える。
- [0007] 上記透かし情報埋込装置において、前記二次元コードの原画像を色成分に分離する色成分分離部と、前記逆ウェーブレット変換部によって再構成され色成分毎の前記透かし情報入り二次元コードを統合する色成分統合部と、をさらに備え、前記第1ウェーブレット変換部は、前記色成分分離部によって分解された色成分毎に、前記ウェーブレット変換を施し、前記透かし情報埋込部は、前記各色成分の前記斜め方向の高周波成分に、前記二次元コードの原画像における前記各色成分の使用頻度に応じて重み付けを行った埋込強度で、前記透かし情報を埋め込む、ようにしてもよい。
- [0008] また、上記透かし情報埋込装置において、前記透かし情報埋込部は、前記透かし情報の埋込を、前記ウェーブレット変換により得られるウェーブレット係数に対して実行し、前記第1ウェーブレット変換部によって前記ウェーブレット変換が $(j + 1)$ 回実行された後の前記二次元コードの原画像の前記斜め方向の高周波成分におけるウェーブレット係数を $w_{m, n}^{\wedge}(j + 1, d)$  ( $(m, n)$ は画素の位置を、 $d$ は、該ウェーブレット係数が斜め方向の高周波成分の係数であることを示すインデックスを表す)、透かし二値画像を $T_{m, n}$ 、色別重み係数を $\alpha$ 、埋込強度を $bit$ とすると、前記透かし情報入り二次元コードのウェーブレット係数 $W_{m, n}^{\wedge}(j + 1, d)$ は、下記式で表されるようにしてもよい。

[数1]

$$W_{m,n}^{(j+1,d)} = \begin{cases} w_{m,n}^{(j+1,d)} + bit \times \alpha & \text{if } T_{m,n} = 0 (\text{黒色}) \\ w_{m,n}^{(j+1,d)} & \text{otherwise} \end{cases}$$

- [0009] また、本発明の第2の観点に係る透かし情報処理システムは、上記透かし情報埋込装置と、前記逆ウェーブレット変換部によって再構成された透かし情報入り二次元コードを取り込む二次元コード取込部、前記二次元コード取込部によって取り込まれた前記透かし情報入り二次元コードの入力画像にウェーブレット変換を施して、高周波成分を取り出す第2ウェーブレット変換部、及び該第2ウェーブレット変換部によって取り出された前記高周波成分のうち斜め方向の高周波成分から、透かし情報を抽出する透かし情報抽出部、を備える透かし情報抽出装置と、を具備する。
- [0010] 上記透かし情報処理システムにおいて、前記第2ウェーブレット変換部は、前記二次元コードの原画像のサイズを $m \times n$ 、前記二次元コード取込部によって取り込まれた前記透かし情報入り二次元コードの入力画像のサイズを $M \times N$ とした場合、該透かし情報入り二次元コードの入力画像にウェーブレット変換を $\log_2 (M/m)$ 回施す、ようにしてもよい。
- [0011] また、上記透かし情報処理システムにおいて、前記第2ウェーブレット変換部は、前記二次元コード取込部によって取り込まれた前記透かし情報入り二次元コードの入力画像に、ウェーブレット変換を $k + \log_2 (M/m)$ 回施した後、逆ウェーブレット変換を $k$ 回施し、前記透かし情報抽出部は、前記ウェーブレット変換を $\log_2 (M/m)$ 回施すことにより取り出された前記斜め方向の高周波成分と、該ウェーブレット変換を $k + \log_2 (M/m)$ 回施した後、前記逆ウェーブレット変換を $k$ 回施すことにより取り出された前記斜め方向の高周波成分と、の和から、前記透かし情報を抽出する、ようにしてもよい。
- [0012] さらに、本発明の第3の観点に係る透かし情報埋込方法は、二次元コードの原画像にウェーブレット変換を施して、各周波数成分に分解する第1ウェーブレット変換ステップと、前記第1ウェーブレット変換ステップによって

分解された前記各周波数成分のうち、斜め方向の高周波成分に、透かし情報を斜め方向の高周波成分として埋め込む透かし情報埋込ステップと、前記透かし情報埋込ステップによって前記透かし情報が埋め込まれた斜め方向の高周波成分、及び前記第1ウェーブレット変換ステップによって分解された前記各周波数成分のうち、該斜め方向の高周波成分以外の周波数成分に逆ウェーブレット変換を施して、透かし情報入り二次元コードを再構成する逆ウェーブレット変換ステップと、を備える。

- [0013] そして、本発明の第4の観点に係るプログラムは、コンピュータに、二次元コードの原画像にウェーブレット変換を施して、各周波数成分に分解する第1ウェーブレット変換手順と、前記第1ウェーブレット変換手順によって分解された前記各周波数成分のうち、斜め方向の高周波成分に、透かし情報を斜め方向の高周波成分として埋め込む透かし情報埋込手順と、前記透かし情報埋込手順によって前記透かし情報が埋め込まれた斜め方向の高周波成分、及び前記第1ウェーブレット変換手順によって分解された前記各周波数成分のうち、該斜め方向の高周波成分以外の周波数成分に逆ウェーブレット変換を施して、透かし情報入り二次元コードを再構成する逆ウェーブレット変換手順と、を実行させる。

### 発明の効果

- [0014] 本発明によれば、複製の検知を可能にする二次元コードを提供することができる透かし情報埋込装置、透かし情報処理システム、透かし情報埋込方法、及びプログラムを提供することができる。透かし情報処理システムによれば併せて二次元コードの複製を検知することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0015] [図1]本発明の実施形態に係る透かし情報埋込装置の構成例を示すブロック図である。

[図2]実施形態に係る離散ウェーブレット変換を説明するための模式図である。

[図3]実施形態に係る各画素におけるウェーブレット係数の値（係数値）の一

例を示すグラフ図である。

[図4]実施形態に係る透かし情報抽出装置の構成例を示すブロック図である。

[図5]実施形態に係る透かし情報埋込処理の一例を示すフローチャートである。

。

[図6]実施形態に係る透かし情報埋込手順を説明するための模式図である。

[図7]実施形態に係る透かし情報抽出処理の一例を示すフローチャートである。

。

[図8]実施形態に係る透かし情報抽出手順を説明するための模式図である。

[図9]実施形態に係る複製された透かし情報入り二次元コードを使用して抽出された透かし情報の変化を観察するための実験手順を説明するための図である。

[図10]各複写機の濃淡パターンを示す図である。

[図11]実施形態に係る複製による透かし情報の変化の例を示す図である。

[図12]実施形態に係る透かし情報埋込装置及び透かし情報抽出装置を実現可能なコンピュータの構成例を示すブロック図である。

### 発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明を実施するための形態について説明する。

[0017] まず、本実施形態に係る透かし情報処理システムの構成について、図面を参照しつつ説明する。透かし情報処理システムは、図1に示す透かし情報埋込装置10と、図4に示す透かし情報抽出装置20と、から構成されている。

。

[0018] 図1は、本発明の実施形態に係る透かし情報埋込装置の構成例を示すブロック図である。

[0019] 透かし情報埋込装置10は、原画像としての二次元コード（例えば、QR（Quick Response）コード（登録商標））に透かし情報を埋め込み、再構成して、透かし情報を埋め込んだ二次元コードを生成する。透かし情報埋込装置10は、図1に示すように、二次元コード入力部11と、第1ウェーブレット変換部12と、透かし情報入力部13と、透かし情報埋込部14と、二

次元コード再構成部 15 と、二次元コード出力部 16 と、を備えている。

- [0020] 二次元コード入力部 11 は、透かし情報の埋め込み先の原画像である二次元コードを入力し、二次元コードの原画像を示す二次元画像信号を第 1 ウェーブレット変換部 12 に供給する。
- [0021] 第 1 ウェーブレット変換部 12 は、色成分分離部 120 を備えるとともに、二次元コード入力部 11 より入力される二次元画像信号に周波数解析手法の 1 つであるウェーブレット変換を施す。
- [0022] 具体的には、第 1 ウェーブレット変換部 12 は、色成分分離部 120 により、二次元画像信号が示す二次元コードの原画像を RGB の各成分に分割（RGB 分解）した後、R、G、B の色成分別に離散ウェーブレット変換（Discrete Wavelet Transform, DWT）を施すことにより、図 2（a）に示す二次元コードの原画像を、図 2（b）に示す LL 成分、LH 成分、HL 成分、及び HH 成分という周波数成分に分解（帯域分割）する。
- [0023] ここで、LL 成分は、多重解像度近似（Multi Resolution Approximation）に該当し、MRA 部と呼ばれ、LH 成分、HL 成分、及び HH 成分は、多重解像度表現（Multi Resolution Representation）に該当し、MRR 部と呼ばれる。MRA 部は、低周波成分で、主に二次元コードの原画像の解像度を  $1/2$  にした画像を表現し、MRR 部は、高周波成分を表し、MRR 部の各成分は、主にこの画像の横、縦、及び斜め方向の差分情報を表現している。このため、MRR 成分が強い（高い）箇所（エッジ成分）が多少変化しても画像の劣化が目立ちにくい。
- [0024] 図 1 に示す透かし情報入力部 13 は、二次元コードの原画像に埋め込む透かし情報を入力し、透かし情報埋込部 14 に供給する。本実施形態において、透かし情報には、LH 成分、HL 成分、及び HH 成分と同じ信号の長さを持つ透かし情報が使用される。信号の長さとは画像サイズを意味する。すなわち、透かし情報の画像サイズは原画像に 1 回のウェーブレット変換を施して得られる各成分の画像サイズと等しい。
- [0025] 透かし情報埋込部 14 は、各周波数成分の差分情報を利用して、第 1 ウェ



ーブレット変換部 1 2 にて分解された各周波数成分のうち HH 成分のみに、透かし情報入力部 1 3 から供給される透かし情報を斜め方向の高周波成分として埋め込む。サイズ全体に透かし情報を埋め込むために、透かし情報の信号の長さとは HH 成分の信号の長さとは同じにする。

[0026] このように、透かし情報埋込部 1 4 が HH 成分のみに埋込を行うのは、二次元コードは、水平方向のエッジを含む LH 成分と、鉛直方向のエッジを含む HL 成分と、を多く含むという特徴を有するためである。二次元コードでは、このような特徴を有するため、図 3 に示すように、LH 成分及び HL 成分のウェーブレット係数の係数値が大きい。そのため LH 成分及び HL 成分はノイズの影響を受けやすい。従って、LH 成分及び HL 成分を避けて、HH 成分にのみ透かし情報を斜め方向の高周波成分として埋め込む。このような形で埋込を行わないと、透かし情報の抽出時に透かし情報以外の情報がノイズとして現れてしまうおそれがあるからである。

[0027] また、上述したように MRR 成分が強い(高い)箇所(エッジ成分)が多少変化しても画像の劣化が目立ちにくいので、その性質を利用し、高周波成分である HH 成分に透かし情報を埋め込むことで、再構成して得られる二次元コードの画像の劣化を目立たなくすることができる。

[0028] 二次元コードへの透かし情報の埋込は二次元コードをウェーブレット変換することにより得られるウェーブレット係数に対して実行される。ここで、第 1 ウェーブレット変換部 1 2 により、ウェーブレット変換が  $(j + 1)$  回実行された後の二次元コードの原画像の HH 成分におけるウェーブレット係数を  $w_{m, n}^{\wedge}(j + 1, d)$  ( $(m, n)$  は画素の位置を、 $d$  はウェーブレット係数が HH 成分の係数であることを示すインデックスを表す。)、透かし二値画像を  $T_{m, n}$ 、色別重み係数を  $\alpha$ 、埋込強度を  $bit$  とすると、透かし情報入り二次元コードのウェーブレット係数  $W_{m, n}^{\wedge}(j + 1, d)$  は、下記式のようになる。

[0029]

[数2]

$$W_{m,n}^{(j+1,d)} = \begin{cases} w_{m,n}^{(j+1,d)} + bit \times \alpha & \text{if } T_{m,n} = 0 \text{ (黒色)} \\ w_{m,n}^{(j+1,d)} & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0030] このように、透かし情報埋込部 14 は、埋込強度に、背景色に使われている RGB の頻度に応じた色別重み係数を乗じて重み付けを行った重み付き埋込強度で、 $T_{m,n} = 0$  の画素に埋込を行う。色別重み係数を乗じる理由は次の通りである。RGB の各色成分の輝度を R 値、G 値、B 値とし、例えば、R 値の平均値が高い背景画像に関しては、透かし情報の R 成分の重み付き埋込強度が大きいと、それによる背景色の R 成分の変動が微小であっても色相に大きな変化が生じて、二次元コードの意匠性が大きく変質するおそれがある。そのため、このような場合、透かし情報埋込部 14 は、透かし情報の R 成分の色別重み係数  $\alpha$  を小さくすることにより重み付き埋込強度を小さくして、埋込後の画像の R 値の変動幅を小さくする一方、透かし情報の G 成分と B 成分（又はいずれか一方）の重み付き埋込強度を大きくして埋込後の画像の G 値と B 値との変動幅（又はいずれか一方の変動幅）を大きくすることで、二次元コードの意匠性の変質を抑えつつ、透かし情報の抽出精度を確保することができる。

[0031] 複写後の画像は、一般的に、複写前の画像と比較してコントラストが増加するといった特徴を有する。このため、透かし情報埋込部 14 は、二次元コードの不正コピーを防止すべく、透かし情報を埋め込む対象となる二次元コードの原画像の背景明度及び透かし情報の重み付き埋込強度を、複写による情報の欠落が大きいレンジに調整している。

[0032] 二次元コード再構成部 15 は、逆ウェーブレット変換部 150 と色成分統合部 151 とを備える。逆ウェーブレット変換部 150 は、第 1 ウェーブレット変換部 12 及び透かし情報埋込部 14 から出力される各周波数成分を用いて逆ウェーブレット変換を行う。その後、色成分統合部 151 は、逆変換後の RGB の各成分の統合（RGB 統合）を行う。このようにして二次元コード再構成部 15 は、逆ウェーブレット変換部 150 と色成分統合部 151

とにより二次元コードを再構成する。

[0033] 具体的には、二次元コード再構成部 15 は、透かし情報埋込部 14 から出力される透かし情報が埋め込まれた HH 成分と、ウェーブレット変換部 12 から出力される HH 成分を除く各周波数成分、すなわち LL 成分、LH 成分、及び HL 成分とを用いて逆ウェーブレット変換部 150 により逆離散ウェーブレット変換 (Inverse Discrete Wavelet Transform, IDWT) を行う。

[0034] 言い換えれば、二次元コード再構成部 15 は、第 1 ウェーブレット変換部 12 から出力される各周波数成分のうち HH 成分のみを、透かし情報埋込部 14 で透かし情報が埋め込まれた HH 成分に置き換える。このようにして、二次元コード再構成部 15 は、二次元コードの原画像に対して、透かし情報を埋め込むことができる。

[0035] 二次元コード出力部 16 は、透かし情報が埋め込まれた二次元コード (透かし情報入り二次元コード) を高品質印刷用紙などの紙媒体への印刷などにより出力する。

[0036] 図 4 は、本実施形態に係る透かし情報抽出装置の構成例を示すブロック図である。

[0037] 透かし情報抽出装置 20 は、透かし情報入り二次元コードから透かし情報を抽出するためのもので、図 4 に示すように、二次元コード取込部 21 と、第 2 ウェーブレット変換部 22 と、透かし情報抽出部 23 と、透かし情報出力部 24 と、を備えている。

[0038] 二次元コード取込部 21 は、例えばスキャナや複合機の画像読取装置などであって、透かし情報入り二次元コードを取り込んで、入力画像として第 2 ウェーブレット変換部 22 に供給する。

[0039] 第 2 ウェーブレット変換部 22 は、色成分分離部 220 を備える。第 2 ウェーブレット変換部 22 は、色成分分離部 220 により、二次元コード取込部 21 より供給される入力画像を RGB の各色成分に分解 (以下、RGB 分解と呼ぶ) した後、R、G、B の色成分毎に離散ウェーブレット変換を施す

ことにより、入力画像をLL成分、LH成分、HL成分、及びHH成分という周波数成分に分解（帯域分割）する。

[0040] 二次元コード取込部21より供給される入力画像の解像度は、透かし情報の復元率（抽出精度）と大きな相関があり、透かし情報の抽出を利用して入力画像が複写されたものかどうかを検出する複写検出を行うことができる。

[0041] 複写後の画像は、一般的に、複写前の画像と比較して高解像度情報が欠落するという特徴が見られる。このため、入力画像である透かし情報入り二次元コードが高解像度である程、この透かし情報を埋め込んだ画像の複写前後における微細な情報の有無の違いが大きくなり、複写前、及び複写後の入力画像の間で透かし情報を抽出できるかどうかという違いが大きくなる。従って、この抽出可否の違いにより入力画像が複写されたものかどうかを検出するという複写検出の高精度化を期待することができる。

[0042] しかし、高解像度の入力画像は、画像サイズが極度に大きくなり、原画像のサイズと大きな違いが生じる。そのため、後処理や実験の都合上、抽出した透かし情報の画像サイズを原画像の画像サイズと等しくなるよう、調整を行った方がよい。このとき、安易に入力画像の縮小を行うと、微細な情報が失われ、透かし情報の抽出精度が落ちてしまうおそれがある。「安易に入力画像の縮小を行う」とは、例えば、市販の一般的な画像処理ソフトウェアを使った縮小処理を言う。

[0043] そこで、第2ウェーブレット変換部22は、離散ウェーブレット変換により解像度が $1/2$ となる性質を利用して入力画像を原画像のサイズに合わせている。すなわち、二次元コードの原画像のサイズが $m \times n$ （例えば $n = m$ ）、入力画像のサイズが $M \times N$ （例えば $N = M$ ）の場合、 $M = m \times 2^j$ （ $j \in \mathbb{N}$ ）とすることで、第2ウェーブレット変換部22は、離散ウェーブレット変換を $j = \log_2(M/m)$ 回実行することにより、入力画像を原画像のサイズまで縮小している。

[0044] 原画像のサイズが $256 \text{ px} \times 256 \text{ px}$ （ $m = n = 256$ ）、入力画像のサイズが $2048 \text{ px} \times 2048 \text{ px}$ （ $M = N = 2048$ ）であるとする

と、第2ウェーブレット変換部22は、入力画像に対して離散ウェーブレット変換を3 ( $= \log_2(2048/256)$ ) 回実行することにより、入力画像のサイズを256 px × 256 pxまで縮小してから、HH成分を取り出す(HH成分Aと呼ぶ)。

[0045] 更に、第2ウェーブレット変換部22は、離散ウェーブレット変換をj+1 ( $= 4$ ) 回実行することにより、入力画像のサイズを128 px × 128 pxまで一旦縮小した後、逆離散ウェーブレット変換を1回実行することにより、256 px × 256 pxまで戻してから、HH成分を取り出す(HH成分Bと呼ぶ)。

[0046] 透かし情報抽出部23は、第2ウェーブレット変換部22より取り出されたHH成分を正規化して透かし情報を抽出する。このとき、透かし情報抽出部23は、異なる回数DWTにより得られるHH成分を統合することで、より鮮明な透かし情報を抽出することができる。

[0047] そこで、本実施形態では、HH成分Aと、HH成分Bと、の和であるHH成分A+HH成分B(画素毎に階調値を加算)を、抽出画像を示す抽出画像信号として取得する。これにより、より鮮明な透かし情報の抽出が可能となる。なお、離散ウェーブレット変換を、必要な回数に加えて余分にk回実行し(k:自然数)、その後逆離散ウェーブレット変換をk回実行して得られるHH成分CをHH成分Bに代えて利用しても良い。

[0048] 透かし情報出力部24は、透かし情報抽出部23において抽出された透かし情報を入力する。

[0049] 次に、上記構成を備える透かし情報処理システムの動作について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下の説明は、透かし情報埋込方法、及び透かし情報抽出方法の説明をも兼ねる。

[0050] 透かし情報埋込装置10は、二次元コード入力部11に二次元コードの原画像が入力され、且つ、透かし情報入力部13に透かし情報が入力されると、透かし情報埋込処理を開始する。

[0051] 図5は、本実施形態に係る透かし情報埋込処理の一例を示すフローチャー

トであり、図6は、本実施形態に係る透かし情報埋込手順を説明するための模式図である。

- [0052] この透かし情報埋込処理では、まず、図1に示す第1ウェーブレット変換部12が、色成分分離部120により、図6(a)に示す二次元コードの原画像をRGB分解する(図5に示すステップS1、図6(b1)~(b3))。
- [0053] 次に、第1ウェーブレット変換部12は、二次元コードの原画像に対して、R、G、Bの色成分別に、離散ウェーブレット変換を施して、二次元コードの原画像をLL成分、LH成分、HL成分、及びHH成分から成る各周波数成分に分解する(図5に示すステップS2、図6(c1)~(c3))。
- [0054] 続いて、図1に示す透かし情報埋込部14は、各周波数成分の差分情報を利用して、第1ウェーブレット変換部12にて分解された周波数成分のうちHH成分のみに、図1に示す透かし情報入力部13から入力された透かし情報を斜め方向の高周波成分として埋め込む(図5に示すステップS3、図6(d1)~(d3))。
- [0055] さらに、図1の二次元コード再構成部15は、逆ウェーブレット変換部150により、透かし情報が埋め込まれたHH成分と、HH成分以外の各周波数成分、すなわちLL成分、LH成分、及びHL成分とを用いて逆離散ウェーブレット変換を行う(図5に示すステップS4、図6(e1)~(e3))。
- [0056] その後、二次元コード再構成部15は、色成分統合部151によりRGB統合を行って、透かし情報入り二次元コードを再構築する(図5に示すステップS5、図6(f))。
- [0057] そして、二次元コード出力部16は、透かし情報入り二次元コードを高品質印刷用紙などの紙媒体への印刷などにより出力する(ステップS6)。
- [0058] 図4の透かし情報抽出装置20は、二次元コード取込部21に透かし情報入り二次元コードが入力されて取り込まれると、透かし情報抽出処理を開始する。

- [0059] 図7は、本実施形態に係る透かし情報抽出処理の一例を示すフローチャートであり、図8は、本実施形態に係る透かし情報抽出手順を説明するための模式図である。
- [0060] この透かし情報抽出処理では、まず、第2ウェーブレット変換部22が、色成分分離部220により、図8(a)に示す、例えば $2048 \text{ px} \times 2048 \text{ px}$  ( $M=N=2048$ )の高解像度の入力画像をRGB分解する(図7に示すステップS11、図8(b1)~(b3))。以下の処理は色成分毎に実行される。
- [0061] 次に、第2ウェーブレット変換部22は、離散ウェーブレット変換を3回実行することにより、入力画像のサイズを $256 \text{ px} \times 256 \text{ px}$ に縮小し(図7に示すステップS12、図8(c1)~(c3))、その後HH成分(=HH成分A)を取り出す(図7に示すステップS13)。
- [0062] また、第2ウェーブレット変換部22は、離散ウェーブレット変換を更にもう1回実行することにより、入力画像のサイズを $128 \text{ px} \times 128 \text{ px}$ に縮小する(図7に示すステップS14、図8(d1)~(d3))。
- [0063] 続いて、第2ウェーブレット変換部22は、逆離散ウェーブレット変換を1回実行することにより、入力画像のサイズを $256 \text{ px} \times 256 \text{ px}$ に戻し(図7に示すステップS15)、その後HH成分(=HH成分B)を取り出す(ステップS16)。
- [0064] そして、透かし情報抽出部23は、ステップS13の処理にて取り出されたHH成分Aと、ステップS16の処理にて取り出されたHH成分Bと、の和を、抽出画像を示す抽出画像信号として取得することにより、透かし情報を抽出する(図7に示すステップS17、図8(e))。HH成分Bに代えてHH成分Cを利用しても良いことは既に説明したとおりである。
- [0065] そして、透かし情報出力部24は、透かし情報抽出部23において抽出された透かし情報を入力する(ステップS18)。
- [0066] 以上説明した透かし情報埋込装置10は、色成分分離部120、及び色成分統合部151を、それぞれ、第1ウェーブレット変換部12、及び二次元

コード再構成部 15 内に備えており、透かし情報抽出装置 20 は、色成分分離部 220 を第 2 ウェーブレット変換部 22 内に備えている。しかし、色成分分離部 120、220、及び色成分統合部 151 をそれぞれ分離して別に備えても良い。また、二次元コードがモノクロで形成されているときは色成分分離部 120、220、及び色成分統合部 151 を必ずしも装備しなくても良い。このときは色別重み付け係数による埋込強度の重み付けは不要となる。また、透かし情報埋込装置 10 と透かし情報抽出装置 20 とを備えた透かし情報処理システムは、色成分分離部 120 と 220 とを、別々に装備せずに共通のものとして装備してもよい。

[0067] 続いて、上記動作を実行する透かし情報処理システムにおいて、複製された透かし情報入り二次元コードを使用して抽出された透かし情報の変化を観察する。

[0068] 図 9 は、本実施形態に係る複製された透かし情報入り二次元コードを使用して抽出された透かし情報の変化を観察するための実験手順を説明するための図である。

[0069] まず、図 9 (a) 及び (b) に示すように、透かし情報埋込装置 10 において、二次元コードの原画像に透かし情報を埋め込んで高品質印刷用紙に印刷する。

[0070] 次に、図 9 (c) に示すように、高品質印刷用紙に印刷された透かし情報入り二次元コードを入出力解像度 600 dpi 程度の複写機 (SHARP 製のカラーコピー機) を利用して複写 (不正コピーを想定) する。

[0071] そして、図 9 (d1) 及び (d2) に示すように、透かし情報抽出装置 20 において、複写機による「複写前」の透かし情報入り二次元コードと、「複写後」の透かし情報入り二次元コードと、からそれぞれ透かし情報を抽出する。

[0072] 「複写後」の透かし情報入り二次元コードでは、図 9 (d2) に示すように、複写により透かし情報が失われていることが確認できる。これは、埋込部分の背景明度が非常に高いことに起因する。すなわち、複写機による色調



整の過程で画像のコントラストが上がり、白色に近い部分に埋め込まれた透かし情報が失われたためである。

[0073] また、「複写後」の透かし情報入り二次元コードから透かし情報の抽出を行った際に画像全面にノイズがのる理由は、複写機の濃淡表現方法（濃淡パターン）に起因する。すなわち、複写機は、図10に示すように、それぞれ特有の濃淡パターンを有している。本実施形態において使用したSHARP製のカラーコピー機の濃淡パターンは、図10(a)に示すように、斜線によって濃淡を表現するものであるため、透かし情報の抽出時に透かし情報以外のHH成分が発生し、このHH成分によるノイズが非常に強くなってしまったものと考えられる。

[0074] なお、図10(b)に示す濃淡パターンは、RICOH製のカラーコピー機によるもので、SHARP製のカラーコピー機と同様に、斜線によって濃淡を表現している。図10(c)に示す濃淡パターンは、Xerox製のカラーコピー機によるもので、SHARP製及びRICOH製のカラーコピー機とは異なり、横線によって濃淡を表現している。図10(d)に示す濃淡パターンは、Canon製のカラーコピー機によるもので、SHARP製及びRICOH製のカラーコピー機とも、Xerox製のカラーコピー機とも異なり、点によって濃淡を表現している。

[0075] 図11は、本実施形態に係る複製による透かし情報の変化の例を示す図である。図11(a)は、RICOH製のカラーコピー機で複写した透かし情報入り二次元コードからの抽出画像、図11(b)は、Xerox製のカラーコピー機で複写した透かし情報入り二次元コードからの抽出画像、図11(c)は、Canon製のカラーコピー機で複写した透かし情報入り二次元コードからの抽出画像を、それぞれ示している。図11に示すように、本実施形態で使用したSHARP製のカラーコピー機と濃淡パターンが同様のRICOH製のカラーコピー機で複写した透かし情報入り二次元コードだけでなく、濃淡パターンの異なるXerox製及びCanon製のカラーコピー機で複写した二次元コードからも、透かし情報が失われていることが確認で

きる。

- [0076] このような複製によるコントラストの増加や、複写機の濃淡表現方法の相違という要因に加え、高解像度の二次元コードにおける複製過程での高解像度情報の欠落が要因となって、不正コピーされた二次元コードであることの検出精度を大きく向上させることができる。
- [0077] 以上説明したように、本実施形態に係る透かし情報処理システムによれば、透かし情報埋込装置 10 は、第 1 ウェーブレット変換部 12 において、二次元コードの原画像を RGB の各色成分に分離した後、R、G、B の色成分毎に離散ウェーブレット変換を施して、LL 成分、LH 成分、HL 成分、及び HH 成分という周波数成分に分解する。
- [0078] 次に、透かし情報埋込装置 10 は、透かし情報埋込部 14 において、第 1 ウェーブレット変換部 12 によって色成分毎に分解された各周波数成分のうち HH 成分に、二次元コードの原画像における各色成分の使用頻度に応じて重み付けを行った重み付け埋込強度で、透かし情報を斜め方向の高周波成分として埋め込む。
- [0079] そして、透かし情報埋込装置 10 は、二次元コード再構成部 15 において、透かし情報埋込部 14 によって透かし情報が埋め込まれた HH 成分と、第 1 ウェーブレット変換部 12 によって分解された LL 成分、LH 成分、及び HL 成分と、に逆離散ウェーブレット変換を施した後、RGB の各色成分の統合を行って、透かし情報入り二次元コードを再構成する。
- [0080] このように、透かし情報埋込装置 10 は、ウェーブレット係数の値（係数値）が LH 成分及び HL 成分に比べて小さい HH 成分のみに、透かし情報を斜め方向の高周波成分として埋め込むことで、複写されていない正規の透かし情報入り二次元コードの HH 成分から、透かし情報以外の情報がノイズとして現れて透かし情報が失われることを防止することができる。
- [0081] これに対して、複写前の正規の透かし情報入り二次元コードの画像と濃淡表現方法が相違する複写機で複写された（不正コピーされた）非正規の透かし情報入り二次元コードの画像の HH 成分には、透かし情報以外の情報が非

常に強く現れる。そのため、透かし情報が失われる。

- [0082] これにより、二次元コードの複製を検知することが可能となる。すなわち、透かし情報埋込装置 10 は複製の検知を可能にする二次元コードを提供することができる。
- [0083] さらに、透かし情報埋込装置 10 は、高周波成分である HH 成分に、透かし情報を斜め方向の高周波成分として埋め込むことで、再構成して得られる二次元コードの画像の劣化を目立たなくすることができる。
- [0084] 加えて、透かし情報埋込装置 10 は、二次元コードの原画像における各色成分の使用頻度に応じて重み付けを行った重み付け埋込強度で、透かし情報を埋め込むことにより、二次元コードの意匠性の変質を抑えつつ、透かし情報の抽出精度を確保することができる二次元コードを提供することができる。
- [0085] 複写後の画像は、一般的に、複写前の画像と比較してコントラストが増加するといった特徴が見られる。このため、透かし情報埋込装置 10 は、透かし情報埋込部 14 において、埋込対象となる二次元コードの原画像の背景明度及び埋込情報の埋込強度を、複写による情報の欠落が大きいレンジに調整する。このような二次元コードとすることにより、この二次元コードを複写した場合に、「複写後」の透かし情報入り二次元コードから透かし情報が消失するので、透かし情報の抽出を行った場合に、透かし情報の抽出可否を介して二次元コードの複製の有無が検知できる。従って、透かし情報埋込装置 10 は複製を検知することが可能な二次元コードを提供することができる。
- [0086] 透かし情報抽出装置 20 は、第 2 ウェーブレット変換部 22 において、二次元コード取込部 21 によって取り込まれた透かし情報入り二次元コードの入力画像に、離散ウェーブレット変換を  $l \circ g_2 (M/m)$  回施して、HH 成分 A を取り出す。また、透かし情報抽出装置 20 は、ウェーブレット変換部 22 において、透かし情報入り二次元コードの入力画像に、離散ウェーブレット変換を  $k + l \circ g_2 (M/m)$  回施した後、逆離散ウェーブレット変換を  $k$  回施して、HH 成分 C を取り出す。

- [0087] そして、透かし情報抽出装置 20 は、透かし情報抽出部 23 において、離散ウェーブレット変換を  $l \circ g_2 (M/m)$  回施すことにより取り出された HH 成分 A と、離散ウェーブレット変換を  $k+1 \circ g_2 (M/m)$  回施した後、逆離散ウェーブレット変換を  $k$  回施すことにより取り出された HH 成分 C と、の和から透かし情報を抽出する。
- [0088] このように、透かし情報抽出装置 20 は、離散ウェーブレット変換を施して透かし情報入り二次元コードの入力画像のサイズを、二次元コードの原画像のサイズにまで縮小する。これにより、複写前後における微細な情報の違いを保存して、複写前後における埋込情報の抽出精度の違いを大きくする。透かし情報抽出装置 20 は、このようにして、二次元コードが複写されたものかどうかの検出精度を向上させることができる。
- [0089] また、透かし情報抽出装置 20 は、第 2 ウェーブレット変換部 22 で、離散ウェーブレット変換を  $l \circ g_2 (M/m)$  回施すことにより取り出された HH 成分 A と、離散ウェーブレット変換を  $k+1 \circ g_2 (M/m)$  回施した後、逆離散ウェーブレット変換を  $k$  回施すことにより取り出された HH 成分 C と、の和を、透かし情報抽出部 23 において抽出画像を示す抽出画像信号として取得することで、より鮮明な透かし情報を抽出することができる。
- [0090] なお、本発明は、上記実施形態に限定されず、種々の変形、応用が可能である。以下、本発明に適用可能な上記実施形態の変形態様について説明する。
- [0091] 上記実施形態では、透かし情報を埋め込む透かし情報埋込装置 10 と、透かし情報を抽出する透かし情報抽出装置 20 と、をそれぞれ分けて説明したが、透かし情報を埋め込む機能と抽出する機能との両方の機能を 1 つの画像処理装置に備えても良い。このような画像処理装置は透かし情報処理システムとすることができる。
- [0092] また、上記本実施形態における透かし情報埋込装置 10 や透かし情報抽出装置 20 は、コンピュータの CPU (Central Processing Unit) あるいは MPU (Micro Processing Unit)、RAM (Random Access Memory)、ROM (

Read Only Memory)などで構成可能なものであり、RAMやROMに記憶されたプログラムが動作することによって実現できる。

- [0093] したがって、コンピュータが上記機能を果たすように動作させるプログラムを、例えばCD-ROM (Compact Disc Read Only Memory)のような記録媒体に記録し、コンピュータに読み込ませることによって実現できるものである。上記プログラムを記録する記録媒体としては、CD-ROM以外に、DVD-ROM (Digital Versatile Disc\_Read Only Memory)や、ブルーレイディスク、フレキシブルディスク、ハードディスク、磁気テープ、光磁気ディスク、不揮発性メモリカード等を用いることができる。
- [0094] また、コンピュータが、供給されたプログラムを実行することにより、上述の実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムがコンピュータにおいて稼働しているOS (Operating System)あるいは他のアプリケーションソフト等と共同して上述の実施形態の機能が実現される場合や、供給されたプログラムの処理の全てあるいは一部がコンピュータの機能拡張ボードや機能拡張ユニットにより行われることにより上述の実施形態の機能が実現される場合も、かかるプログラムは本発明の実施形態に含まれる。
- [0095] また、本発明をネットワーク環境で利用するべく、全部あるいは一部のプログラムが他のコンピュータで実行されるようになっていても良い。例えば、画面入力処理は、遠隔端末コンピュータで行われ、各種判断、ログ記録等は他のセンターコンピュータ等で行われるようにしても良い。
- [0096] 例えば、本実施形態に示した画像処理装置は、図12に示すようなコンピュータ機能500を有し、そのCPU501により本実施形態での動作が実施される。
- [0097] コンピュータ機能500は、図12に示すように、CPU501と、ROM502と、RAM503と、キーボード (Keyboard, KB) 509のキーボードコントローラ (Keyboard Controller, KBC) 505と、表示部としてのLCDディスプレイ (Liquid Crystal Display, LCD) 510のLCDコントローラ (Liquid Crystal Controller, LCDC) 506と、ハード

ディスク (Hard Disk Drive, HDD) 511 およびリムーバルディスク (Removable Disk, RD) 512 のディスクコントローラ (Disk Controller, DKC) 507 と、ネットワークインタフェースカード (Network Interface Card, NIC) 508 とが、システムバス 504 を介して互いに通信可能に接続された構成としている。

- [0098] CPU 501 は、ROM 502 あるいは HD 511 に記憶されたソフトウェア、あるいは RD 512 より供給されるソフトウェアを実行することで、システムバス 504 に接続された各構成部を総括的に制御する。
- [0099] すなわち、CPU 501 は、上述したような動作を行うための処理プログラムを、ROM 502、あるいは HD 511、あるいは RD 512 から読み出して実行することで、本実施形態での動作を実現するための制御を行う。
- [0100] RAM 503 は、CPU 501 の主メモリあるいはワークエリア等として機能する。KBC 505 は、KB 509 や図示していないポインティングデバイス等からの指示入力を制御する。LCDC 506 は、LCD 510 の表示を制御する。
- [0101] DKC 507 は、ブートプログラム、種々のアプリケーション、ユーザファイル、ネットワーク管理プログラム、および本実施形態における処理プログラム等を記憶する HD 511 および RD 512 とのアクセスを制御する。NIC 508 はネットワーク 513 上の他の装置と双方向にデータをやりとりする。
- [0102] さらに、上記実施形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化のほんの一例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその技術思想、またはその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。
- [0103] 本出願は、2009年6月4日に提出された、日本国特許出願2009-135301号に基づく。本明細書中に日本国特許出願2009-135301号の明細書、特許請求の範囲、図面全体を参照として取り込むものとす

る。

### 符号の説明

- [0104]      1 0   透かし情報埋込装置  
             1 1   二次元コード入力部  
             1 2   第1ウェーブレット変換部  
             1 3   透かし情報入力部  
             1 4   透かし情報埋込部  
             1 5   二次元コード再構成部  
             1 6   二次元コード出力部  
             2 0   透かし情報抽出装置  
             2 1   二次元コード取込部  
             2 2   第2ウェーブレット変換部  
             2 3   透かし情報抽出部  
             2 4   透かし情報出力部  
             1 2 0   色成分分離部  
             1 5 0   逆ウェーブレット変換部  
             1 5 1   色成分統合部  
             2 2 0   色成分分離部

## 請求の範囲

- [請求項1]           二次元コードの原画像にウェーブレット変換を施して、各周波数成分に分解する第1ウェーブレット変換部と、
- 前記第1ウェーブレット変換部によって分解された前記各周波数成分のうち、斜め方向の高周波成分に、透かし情報を斜め方向の高周波成分として埋め込む透かし情報埋込部と、
- 前記透かし情報埋込部によって前記透かし情報が埋め込まれた斜め方向の高周波成分、及び前記第1ウェーブレット変換部によって分解された前記各周波数成分のうち、該斜め方向の高周波成分以外の周波数成分に逆ウェーブレット変換を施して、透かし情報入り二次元コードを再構成する逆ウェーブレット変換部と、
- を備える透かし情報埋込装置。
- [請求項2]           前記二次元コードの原画像を色成分に分離する色成分分離部と、
- 前記逆ウェーブレット変換部によって再構成された色成分毎の前記透かし情報入り二次元コードを統合する色成分統合部と、
- をさらに備え、
- 前記第1ウェーブレット変換部は、前記色成分分離部によって分解された色成分毎に、前記ウェーブレット変換を施し、
- 前記透かし情報埋込部は、前記各色成分の前記斜め方向の高周波成分に、前記二次元コードの原画像における前記各色成分の使用頻度に応じて重み付けを行った埋込強度で、前記透かし情報を埋め込む、
- ことを特徴とする請求項1に記載の透かし情報埋込装置。
- [請求項3]           前記透かし情報埋込部は、前記透かし情報の埋込を、前記ウェーブレット変換により得られるウェーブレット係数に対して実行し、前記第1ウェーブレット変換部によって前記ウェーブレット変換が  $(j + 1)$  回実行された後の前記二次元コードの原画像の前記斜め方向の高周波成分におけるウェーブレット係数を  $w_{m, n}^{\wedge}(j + 1, d)$  ( $(m, n)$  は画素の位置を、 $d$  は、該ウェーブレット係数が斜め方向の



高周波成分の係数であることを示すインデックスを表す)、透かし二値画像を  $T_{m,n}$ 、色別重み係数を  $\alpha$ 、埋込強度を  $bit$  とすると、前記透かし情報入り二次元コードのウェーブレット係数  $W_{m,n}^{(j+1,d)}$  ( $j+1, d$ ) は、下記式で表される、

[数1]

$$W_{m,n}^{(j+1,d)} = \begin{cases} W_{m,n}^{(j+1,d)} + bit \times \alpha & \text{if } T_{m,n} = 0 \text{ (黒色)} \\ W_{m,n}^{(j+1,d)} & \text{otherwise} \end{cases}$$

ことを特徴とする請求項 2 に記載の透かし情報埋込装置。

[請求項4]

請求項 1、2、又は 3 に記載の透かし情報埋込装置と、

前記逆ウェーブレット変換部によって再構成された透かし情報入り二次元コードを取り込む二次元コード取込部、

前記二次元コード取込部によって取り込まれた前記透かし情報入り二次元コードの入力画像にウェーブレット変換を施して、高周波成分を取り出す第 2 ウェーブレット変換部、

及び前記第 2 ウェーブレット変換部によって取り出された前記高周波成分のうち斜め方向の高周波成分から、透かし情報を抽出する透かし情報抽出部、を備える透かし情報抽出装置と、

を具備する透かし情報処理システム。

[請求項5]

前記第 2 ウェーブレット変換部は、前記二次元コードの原画像のサイズを  $m \times n$ 、前記二次元コード取込部によって取り込まれた前記透かし情報入り二次元コードの入力画像のサイズを  $M \times N$  とした場合、該透かし情報入り二次元コードの入力画像にウェーブレット変換を  $\log_2 (M/m)$  回施す、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の透かし情報処理システム。

[請求項6]

前記第 2 ウェーブレット変換部は、前記二次元コード取込部によって取り込まれた前記透かし情報入り二次元コードの入力画像に、ウェーブレット変換を  $k + \log_2 (M/m)$  回施した後、逆ウェーブレット変換を  $k$  回施し、

前記透かし情報抽出部は、前記ウェーブレット変換を  $\log_2 (M/m)$  回施すことにより取り出された前記斜め方向の高周波成分と、該ウェーブレット変換を  $k + \log_2 (M/m)$  回施した後、前記逆ウェーブレット変換を  $k$  回施すことにより取り出された前記斜め方向の高周波成分と、の和から、前記透かし情報を抽出する、

ことを特徴とする請求項5に記載の透かし情報処理システム。

[請求項7]

二次元コードの原画像にウェーブレット変換を施して、各周波数成分に分解する第1ウェーブレット変換ステップと、

前記第1ウェーブレット変換ステップによって分解された前記各周波数成分のうち、斜め方向の高周波成分に、透かし情報を斜め方向の高周波成分として埋め込む透かし情報埋込ステップと、

前記透かし情報埋込ステップによって前記透かし情報が埋め込まれた斜め方向の高周波成分、及び前記第1ウェーブレット変換ステップによって分解された前記各周波数成分のうち、該斜め方向の高周波成分以外の周波数成分に逆ウェーブレット変換を施して、透かし情報入り二次元コードを再構成する逆ウェーブレット変換ステップと、

を備える透かし情報埋込方法。

[請求項8]

コンピュータに、

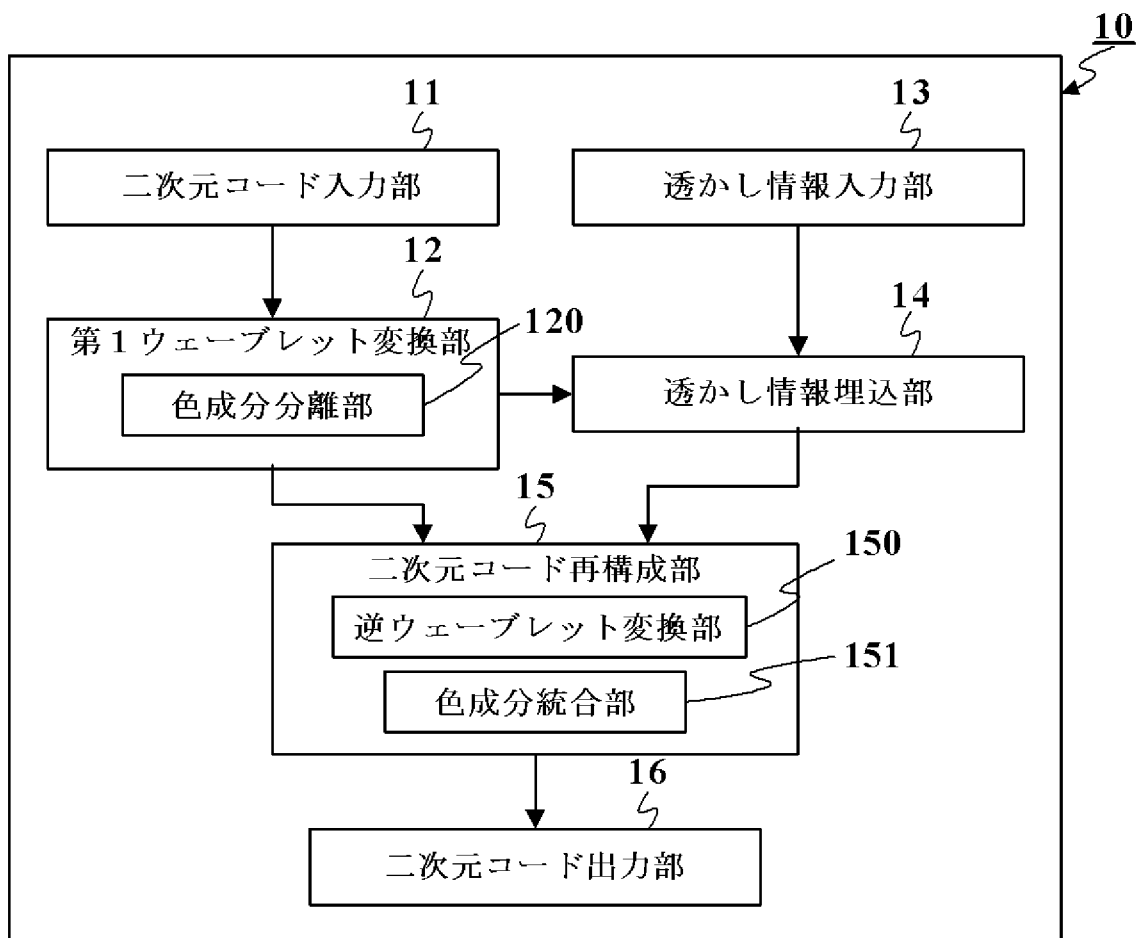
二次元コードの原画像にウェーブレット変換を施して、各周波数成分に分解する第1ウェーブレット変換手順と、

前記第1ウェーブレット変換手順によって分解された前記各周波数成分のうち、斜め方向の高周波成分に、透かし情報を斜め方向の高周波成分として埋め込む透かし情報埋込手順と、

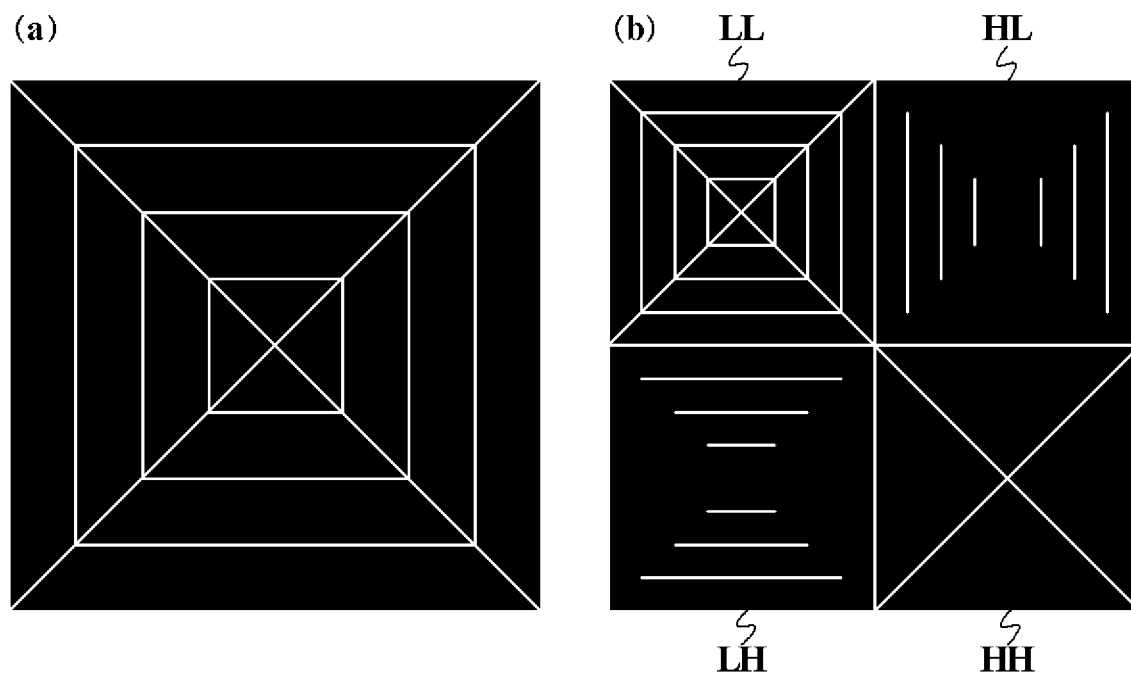
前記透かし情報埋込手順によって前記透かし情報が埋め込まれた斜め方向の高周波成分、及び前記第1ウェーブレット変換手順によって分解された前記各周波数成分のうち、該斜め方向の高周波成分以外の周波数成分に逆ウェーブレット変換を施して、透かし情報入り二次元コードを再構成する逆ウェーブレット変換手順と、

を実行させるためのプログラム。

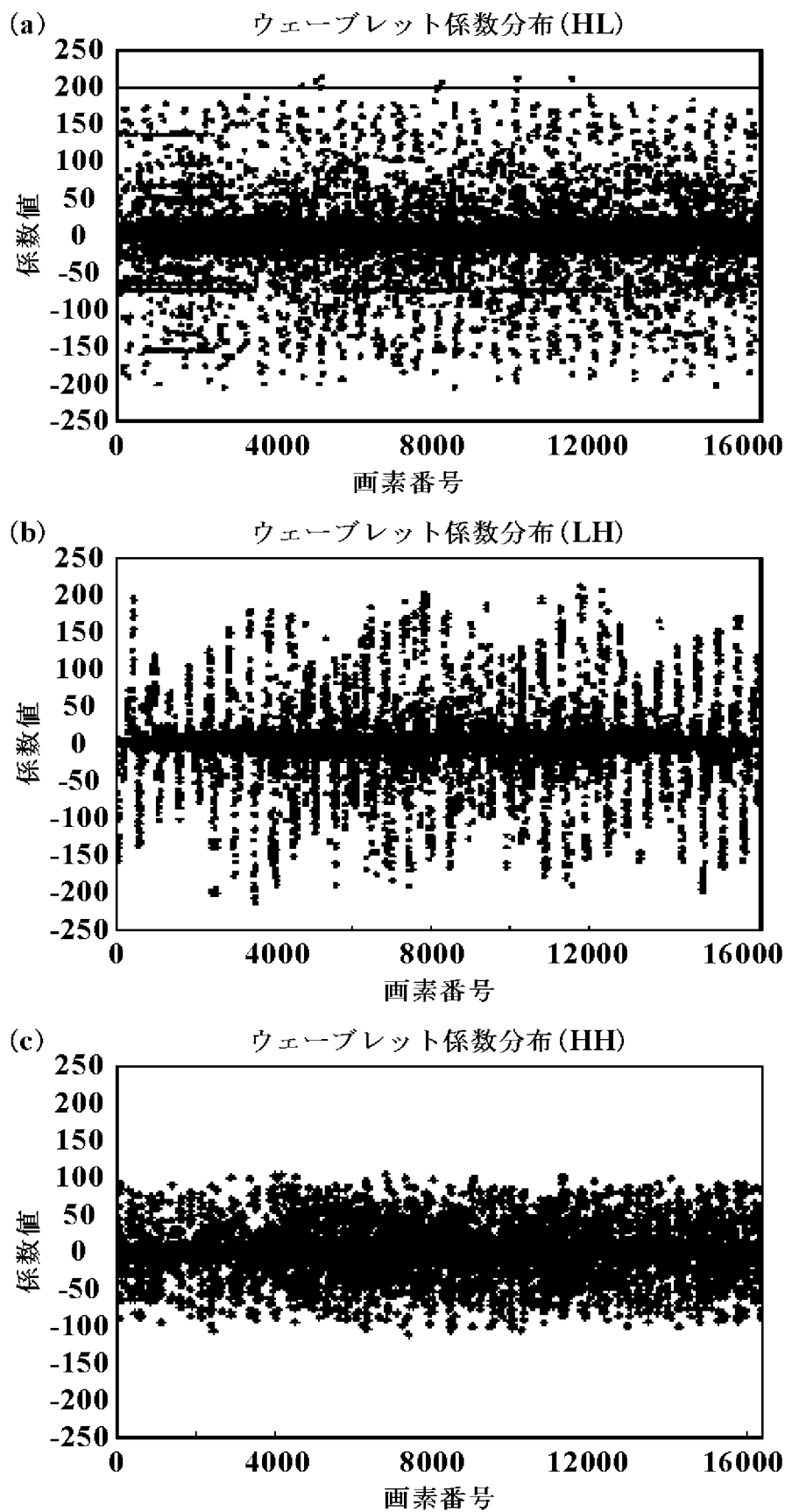
[図1]



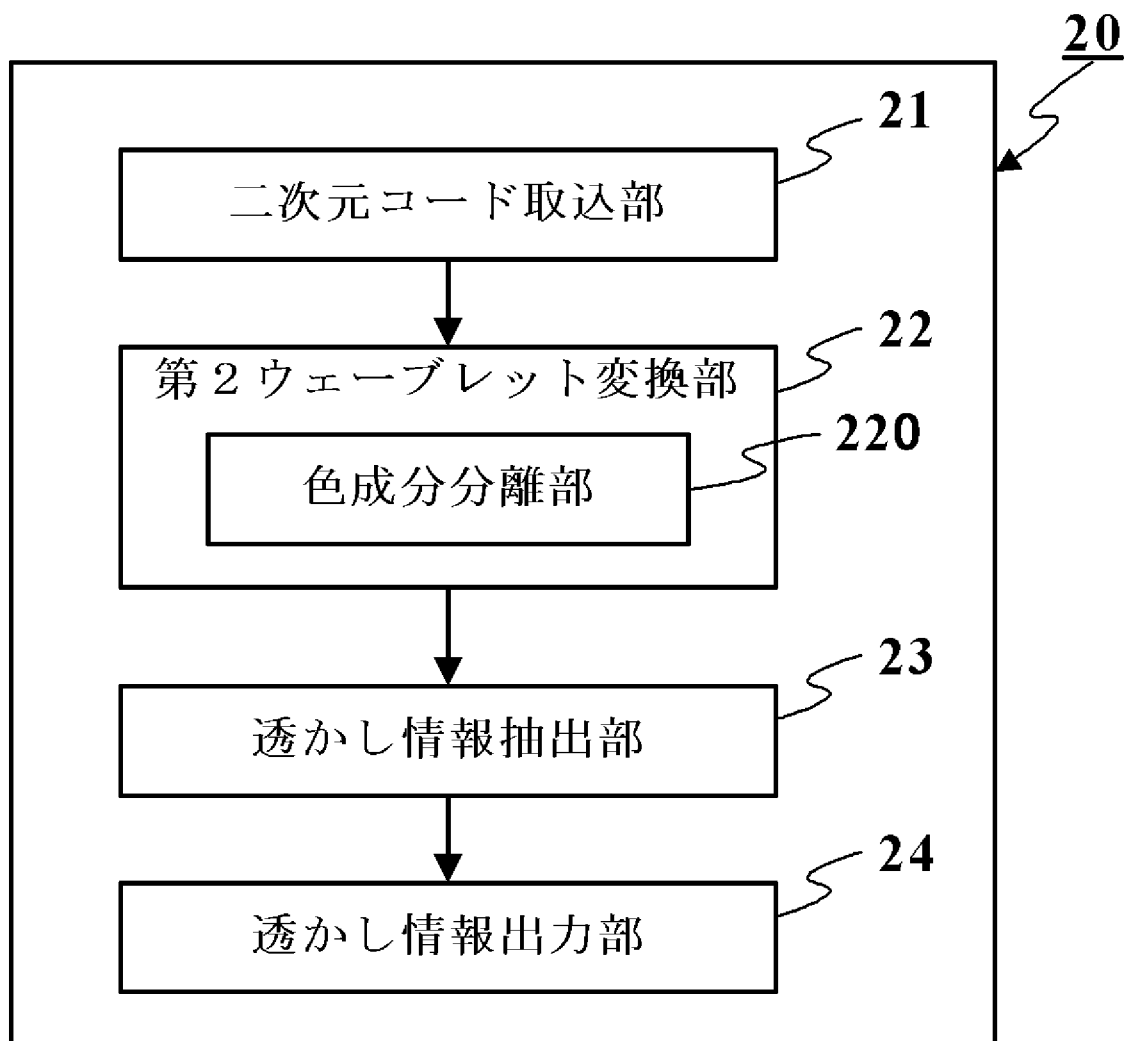
[図2]



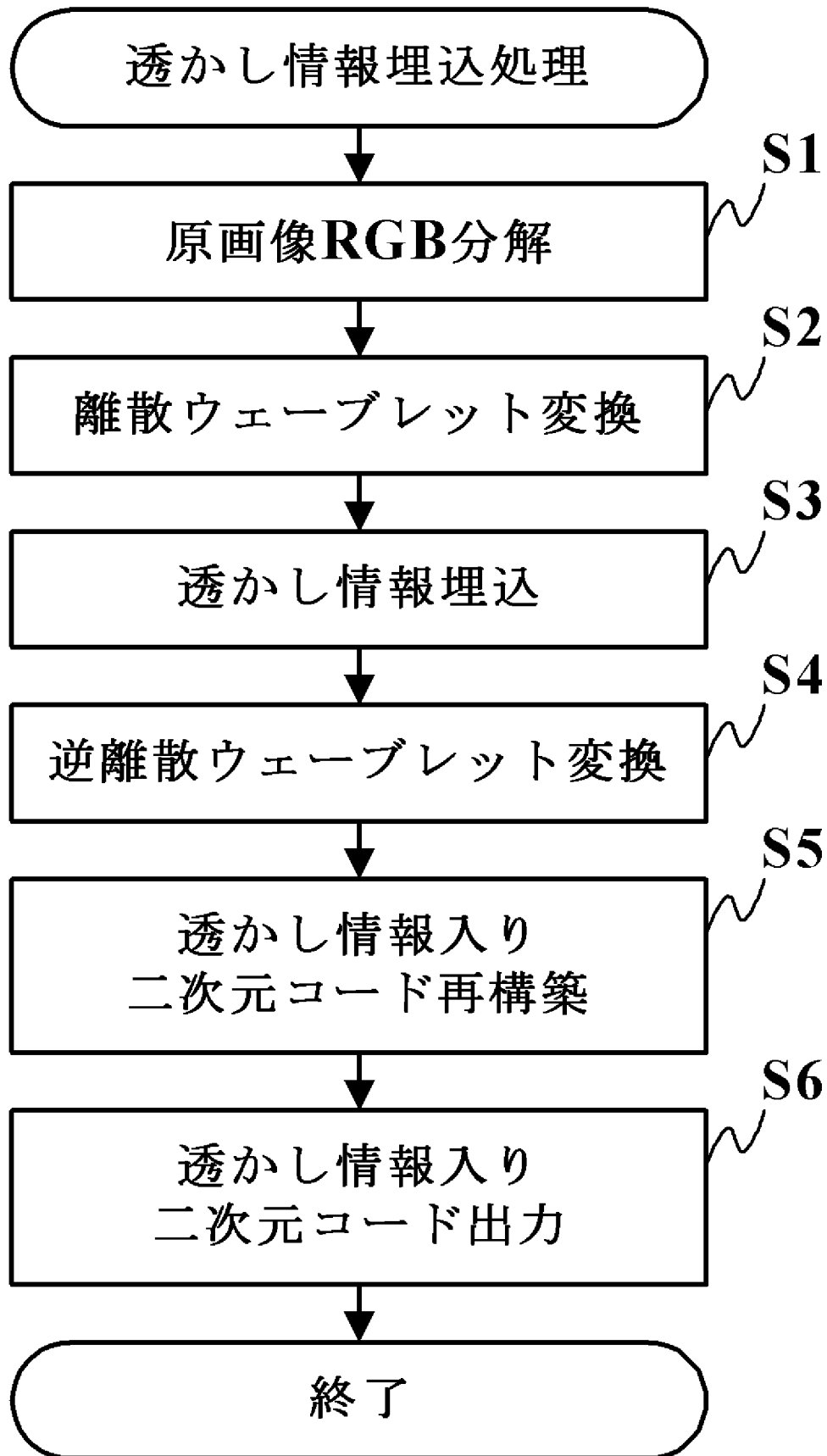
[図3]



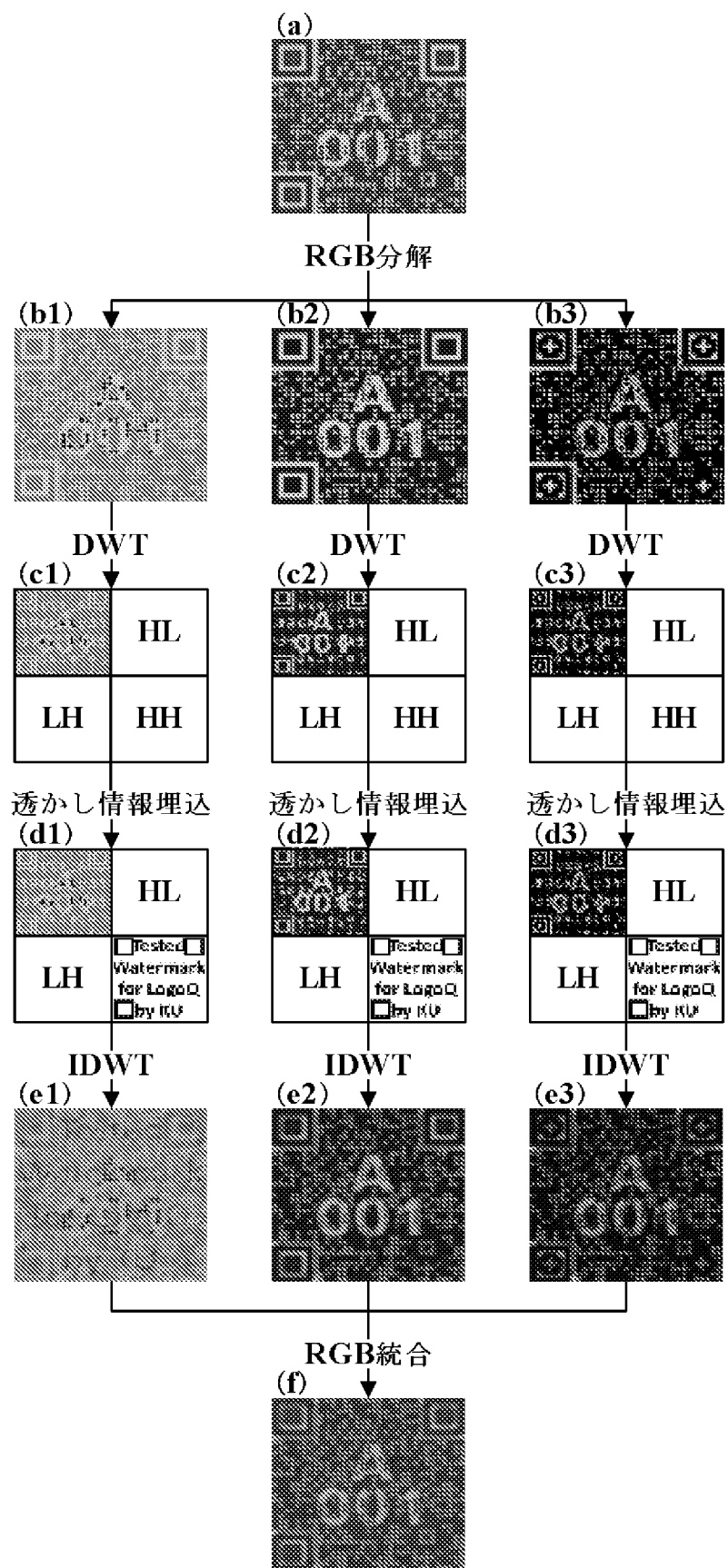
[図4]



[図5]

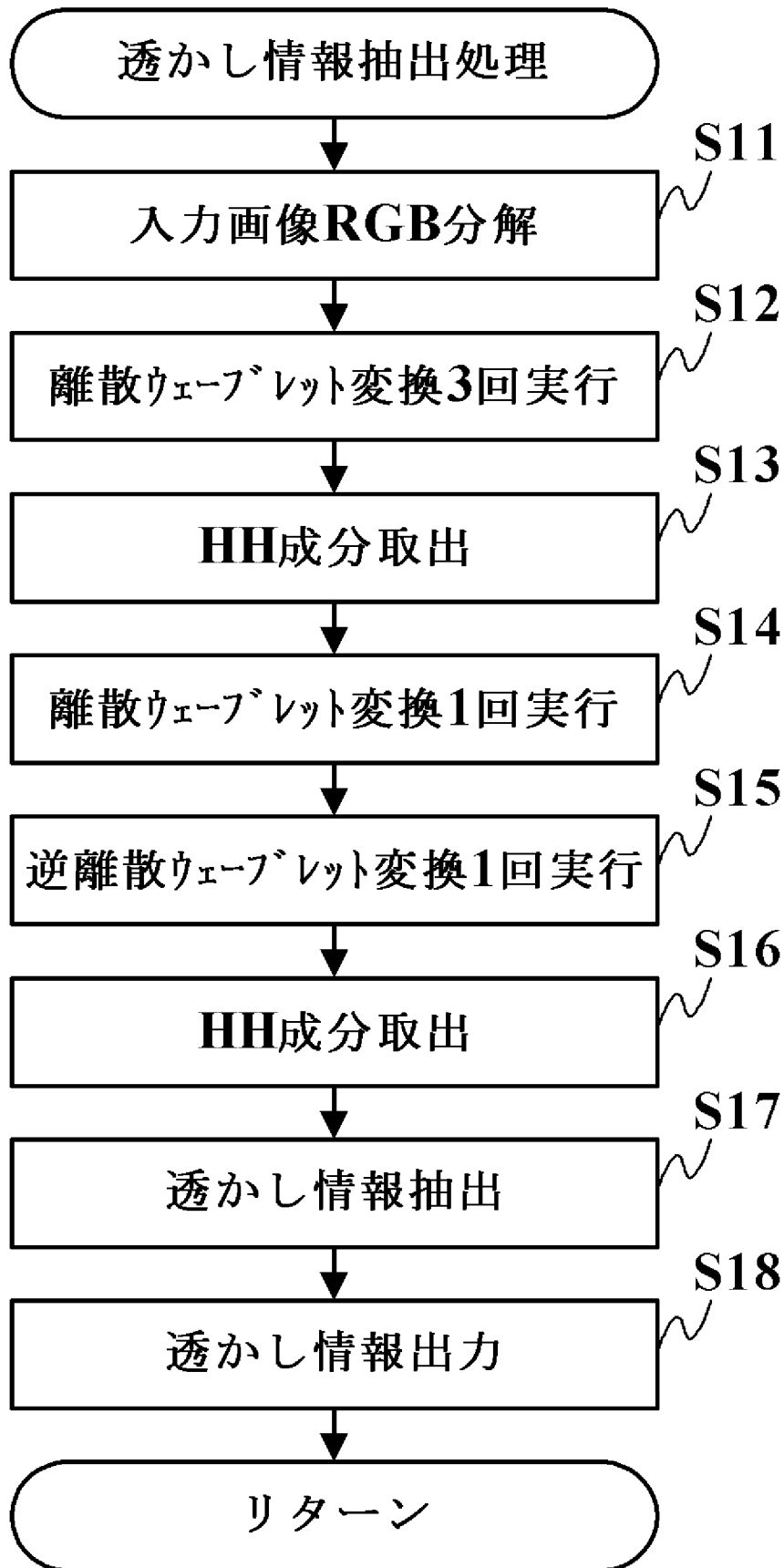


[図6]

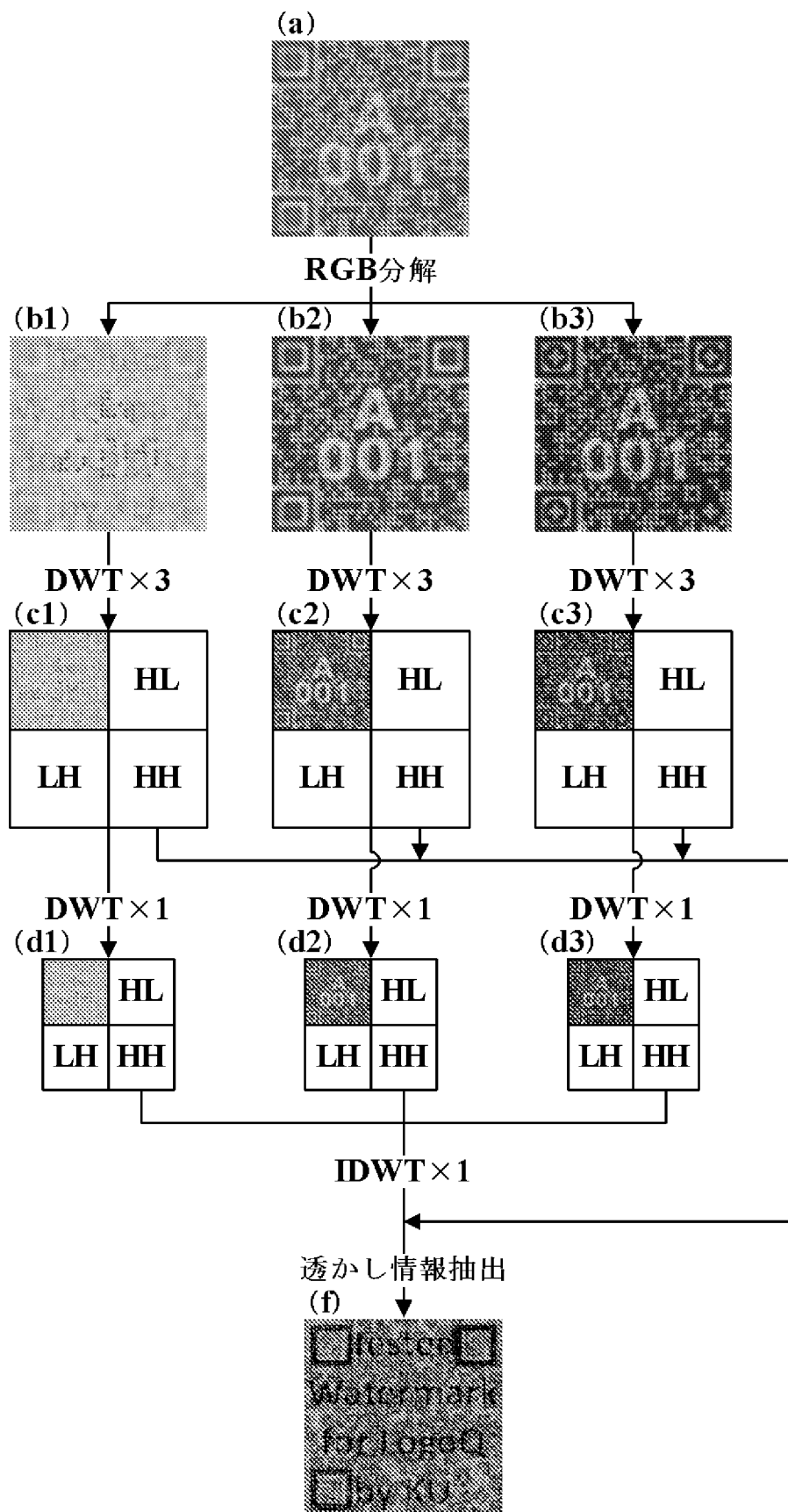




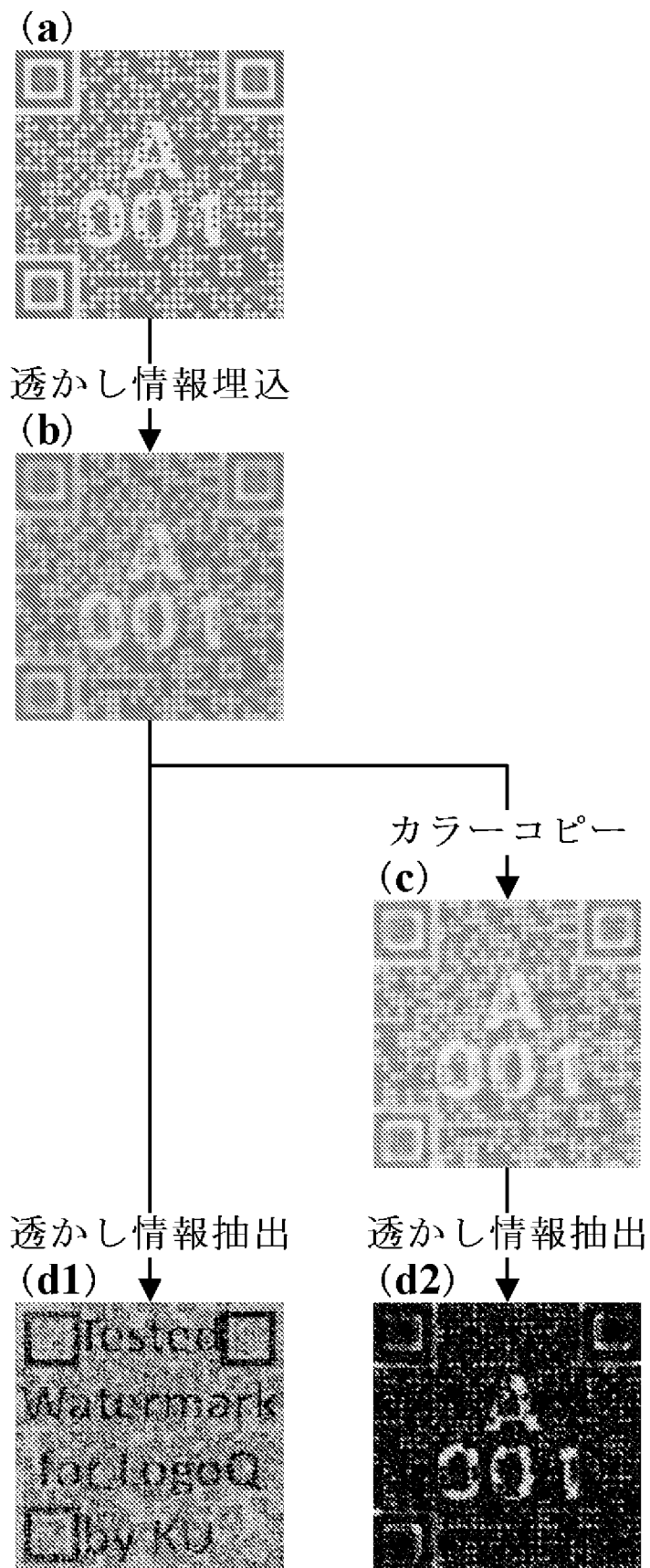
[図7]



[図8]

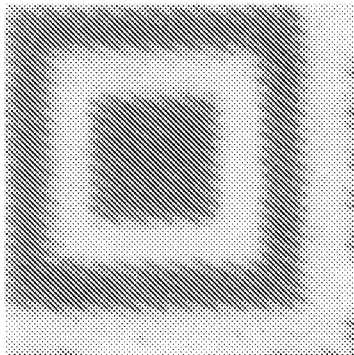


[図9]

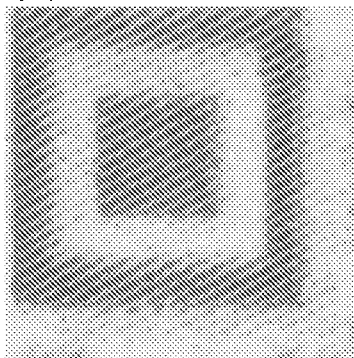


[図10]

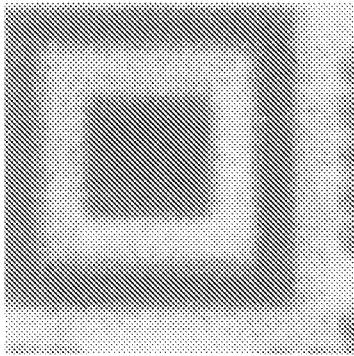
(a)



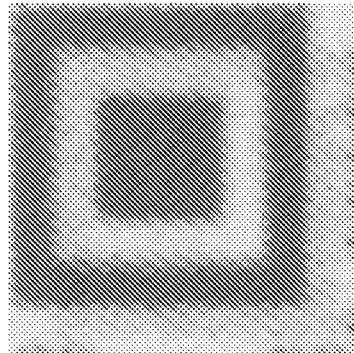
(b)



(c)

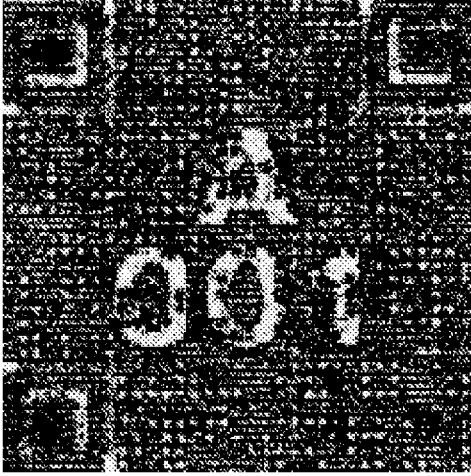


(d)

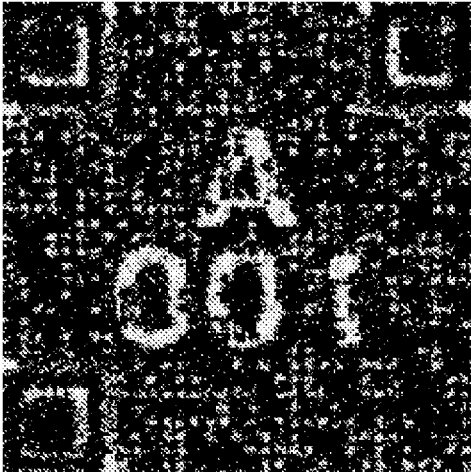


[図11]

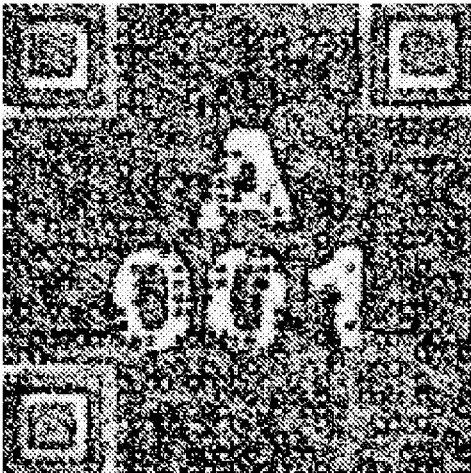
(a)



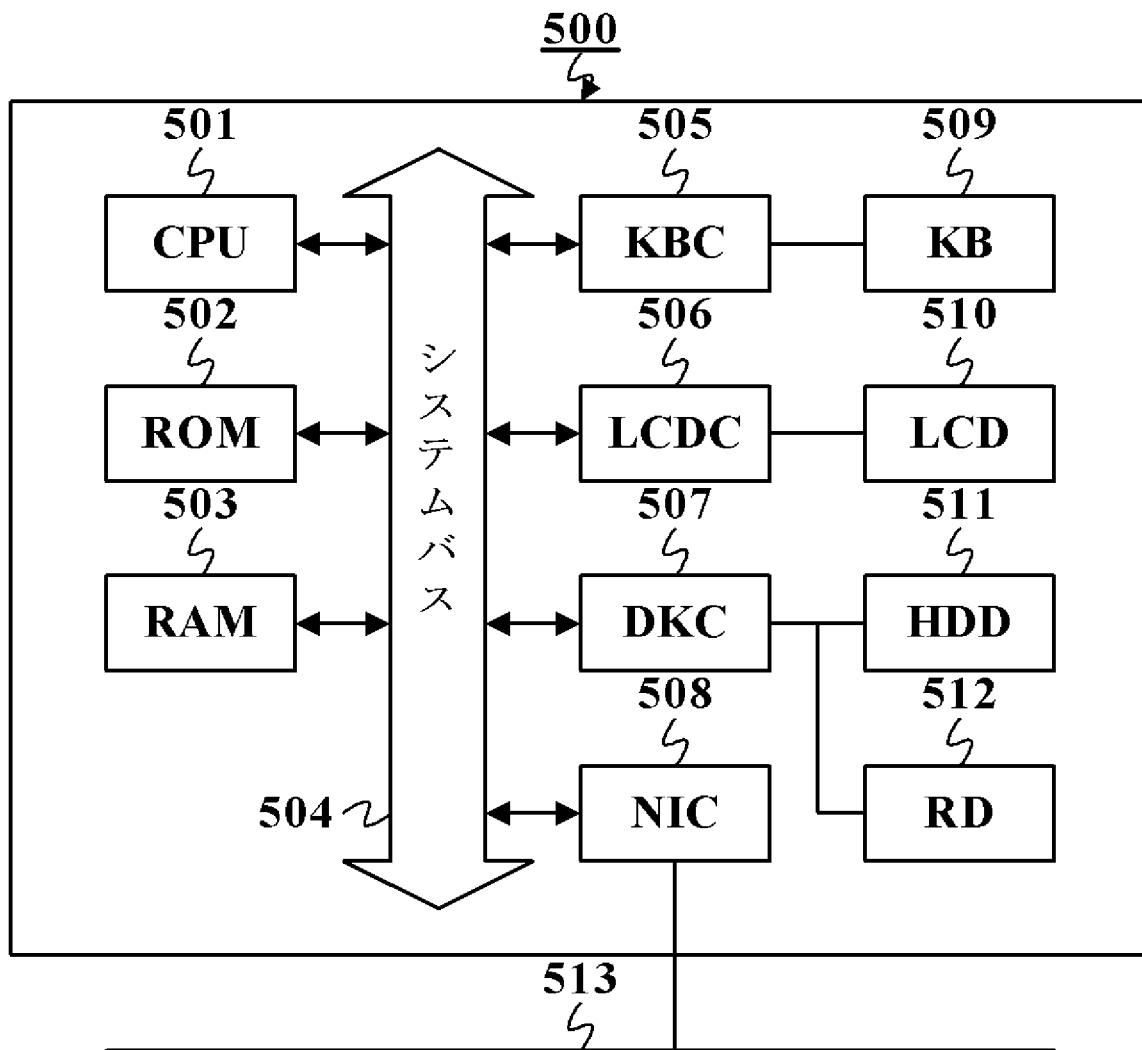
(b)



(c)



[図12]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/059393

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 H04N1/387(2006.01) i, G06T1/00(2006.01) i

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 H04N1/387, G06T1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2003-37730 A (Spectra Systems Corp.), 07 February 2003 (07.02.2003), paragraph [0045] & US 2001/0037455 A1 & US 2003/0141375 A1 & EP 1239413 A2 & WO 2001/067375 A1 & AU 4551501 A & AU 2321202 A & BR 202246 A & CA 2374772 A & KR 10-2002-0072233 A	1, 4, 7, 8 2, 3, 5, 6
Y	JP 2003-338921 A (Hitachi, Ltd.), 28 November 2003 (28.11.2003), paragraphs [0025] to [0029] (Family: none)	1, 4, 7, 8

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
 06 July, 2010 (06.07.10)

Date of mailing of the international search report  
 13 July, 2010 (13.07.10)

Name and mailing address of the ISA/  
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N1/387(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N1/387, G06T1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2003-37730 A (スペクトラ システムズ コーポレイション) 2003.02.07, 第45段落 & US 2001/0037455 A1 & US 2003/0141375 A1 & EP 1239413 A2	1, 4, 7, 8
A	& WO 2001/067375 A1 & AU 4551501 A & AU 2321202 A & BR 202246 A & CA 2374772 A & KR 10-2002-0072233 A	2, 3, 5, 6
Y	JP 2003-338921 A (株式会社日立製作所) 2003.11.28, 第25-29段落 (ファミリーなし)	1, 4, 7, 8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.07.2010

国際調査報告の発送日

13.07.2010

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

白石 圭吾

5V

9856

電話番号 03-3581-1101 内線 3571