

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4920866号  
(P4920866)

(45) 発行日 平成24年4月18日(2012.4.18)

(24) 登録日 平成24年2月10日(2012.2.10)

(51) Int.Cl.

G06T 11/60 (2006.01)

F 1

G06T 11/60 120A

請求項の数 2 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2003-344714 (P2003-344714)  
 (22) 出願日 平成15年10月2日 (2003.10.2)  
 (65) 公開番号 特開2004-133932 (P2004-133932A)  
 (43) 公開日 平成16年4月30日 (2004.4.30)  
 審査請求日 平成18年9月29日 (2006.9.29)  
 審判番号 不服2010-26634 (P2010-26634/J1)  
 審判請求日 平成22年11月26日 (2010.11.26)  
 (31) 優先権主張番号 10/268394  
 (32) 優先日 平成14年10月9日 (2002.10.9)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 596170170  
 ゼロックス コーポレイション  
 XEROX CORPORATION  
 アメリカ合衆国、コネチカット州 06856、ノーウォーク、ピーオーボックス 4505、グローバー・アヴェニュー 45  
 (74) 代理人 100082005  
 弁理士 熊倉 賢男  
 (74) 代理人 100067013  
 弁理士 大塚 文昭  
 (74) 代理人 100086771  
 弁理士 西島 孝喜  
 (74) 代理人 100164530  
 弁理士 岸 慶憲

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】動画ソース画像を形成するためのソース画像のスペクトル多重化及びレンダリング、及びスペクトル逆多重化のためのシステム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

各ソース画像のピクセルを表す値を、複数の輝度値から複数の色素値を導出するルックアップ表を用いて、他のソース画像の色素による不要な吸収を補正して、複数の色素画素平面のうちの1つ又はそれ以上における対応するピクセル値に組み合わせることにより、複数のソース画像のデータの各々を複合画像のデータに、スペクトル多重化する段階と、複数の色素を使用して該複合画像のデータを基体上に画像の表示をする段階であって、複数のソース画像が、前記複合画像から、前記複数のソース画像の少なくとも一つが、観察者に区別することができないか若しくは困難であるように複合画像に混合される画像の表示をする段階と、

各々が関連するソース画像を示すように予め選択された複数の狭帯域発光体に表示をされた前記複合画像を当てることにより、復元したソース画像の各々が区別可能になるように前記符号化されたソース画像を表示された前記複合画像からスペクトル逆多重化するよう復元させる段階と、

を含み、

前記組み合わされた値は、(a) 色素 / 発光体相互作用に対する人間の視覚的応答の三色色度、(b) 前記複合画像を表示するために選択された前記色素のスペクトル特性、及び(c) 前記ソース画像を復元するために使用される前記狭帯域発光体のスペクトル特性のうちの少なくとも1つに従って判断され、

切り替えられた発光体のシーケンスは、対応するソース画像のシーケンスを連続して復

元させる、

ことを特徴とする、複数のソース画像を処理する方法。

【請求項 2】

各ソース画像ピクセルを表す値を受信して、複数の輝度値から複数の色素値を導出するルックアップ表を用いて、他のソース画像の色素による不要な吸収を補正して、該受信した値をそれぞれの色素画像平面内の対応するピクセル値に組み合わせるに作動可能であり、複数のソース画像を表す画像データを受信し、該ソース画像の画像データの各々を複合画像のデータに、スペクトル多重化するために該画像データを処理し、複合画像データ信号を準備するためのスペクトルマルチプレクサと、

該複合画像データ信号を受信し、該複合画像を基体上に画像の表示をするための、前記スペクトルマルチプレクサに応答する画像表示装置であって、複数のソース画像が、前記複合画像から、前記複数のソース画像の少なくとも一つが、観察者に区別することができないか若しくは困難であるように複合画像に混合される画像表示装置と、

各々が関連するソース画像を示すように予め選択された複数の狭帯域発光体に表示された前記複合画像を当てることにより、復元したソース画像が区別可能になるように前記符号化されたソース画像を表示された該複合画像から復元させるためのデマルチプレクサと、

、  
を含み、

前記組み合わされた値は、(a) 色素 / 発光体相互作用に対する人間の視覚的応答の三色色度、(b) 前記複合画像を表示するために選択された前記色素のスペクトル特性、及び(c) 前記ソース画像を復元するために使用される前記狭帯域発光体のスペクトル特性のうちの少なくとも 1 つに従って判断され、

切り替えられた発光体のシーケンスは、対応するソース画像のシーケンスを連続して復元させる、

ことを特徴とする画像化システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複合画像を供給するために複数のソース画像をスペクトル多重化し、その複合画像をレンダリングし、1つ又はそれ以上のソース画像を回復するためにこのような複合画像を逆多重化するための1つ又は複数のシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

スペクトル多重化とは、本明細書で使用される時には、複合画像内に複数のソース画像を符号化する処理を意味する。複合画像レンダリングとは、複合画像を物理的な形態にレンダリングする処理をいう。スペクトル逆多重化とは、レンダリングされた複合画像をソース画像を見せるために予め選択された狭帯域発光体に曝すことにより、回復されたソース画像が複合画像から又は複合画像内で区別可能にされるように、符号化されたソース画像のうちの少なくとも 1 つをレンダリングされた複合画像から回復する処理を意味する。

【0003】

従って、本発明は、複数のソース画像をスペクトル符号化して、このスペクトル符号化された複数のソース画像を複合画像内に形成し、複合画像を物理的な形態にレンダリングし、又は、回復されたソース画像が区別可能にされるように、レンダリングされた複合画像から少なくとも 1 つの符号化されたソース画像を回復するための方法及び装置に関する。例えば、レンダリングされた複合画像が、ソース画像が符号化された対象である狭帯域発光体の 1 つにより照明を受ける時、ソース画像は、観察者により視覚的に検知可能になる。所定の色素と特に相互作用するように設計された発光体は、補完的であると言われ、また逆も成り立つ。

【0004】

各ソース画像は、各ソース画像ピクセルを代表する値を、複数の色素画像平面のうちの

10

20

30

40

50

1つ又はそれ以上における対応するピクセル値にマップすることにより、スペクトル的に符号化される。想定される符号化は、その最も簡単な形においては、単色性分離画像への各ソース画像の変換を含むことができ、この単色分離画像は、その後、複合画像内の対応する色素画像平面に直接マップされる。それにより、複数のソース画像を複合画像内の対応する複数の色素画像平面にマップすることができる。

#### 【0005】

複数の単色分離画像は、複合画像内で組み合わされるように設計されており、この複合画像は、次に、基体上に堆積される1つ又はそれ以上の予め選択された色素の量を制御することになる。1つの可能な例においては、各色素は、複合画像のそれぞれの色素画像平面に割り当てられ、それぞれの色素画像平面内の色素値は、レンダリングされた複合画像に堆積された色素の相対量を表す。

複数の色素画像平面から成る複合画像は、複合画像ファイルとして記憶又は送信することができる。次に、識別された色素又は色素のアレーを使用して基体上の複合画像をレンダリングする命令と共に複合画像ファイルをレンダリング装置に供給することにより、複合画像を物理的に実現することができる。従って、レンダリング装置の適切な実施形態は、デジタルカラー電子写真プリンタを含む。

#### 【0006】

各ソース画像のマッピングは、複合画像の構成、レンダリング、又は逆多重化に及ぼす以下のもの、すなわち、(a) 色素/発光体相互作用に対する人間の視覚的応答の三色色度、(b) 色素が基体上で結合された時に複数の色素の相互作用を特によく表すスペクトル特性のような、複合画像をレンダリングするために選択された色素のスペクトル特性、及び(c) ソース画像を回復するためにソース画像を照明するのに使用されることになる狭帯域発光体のスペクトル特性のうちの1つ又はそれ以上の影響を補償するための本明細書で説明する判断結果に従って実行することができる。

#### 【0007】

【非特許文献1】G. Wyszczek i 及び W. S. Stiles 著、「カラーサイエンス：概念及び方法、定量的データ及び公式」、第2版、ジョン・ウィリー・アンド・サンズ・インコーポレーテッド、1982年

【非特許文献2】フリードマン著、「現代解析の基礎」、ドーバー出版、1982年

【非特許文献3】F. Grum 及び C. J. Bartelson 編集、「光放射測定：カラーメトリー」、第2巻、アカデミック・プレス出版、1983年

【非特許文献4】G. Sharma 及び H. J. Trussell 著、「デジタルカラー画像化」、画像処理に関する IEEE 論文集、第6巻、第7号、901~932ページ、1997年7月

#### 【発明の開示】

##### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0008】

ものを見る普通の照明の下では、目は、反射率が最も高い白紙に通常相当する白色点に適応し、異なる色は、異なる色素の組み合わせで作られたプリントに対して目によって見ることができる。しかし、CRTモニタ単一電子銃により励起された蛍光体から得られた照明のような比較的狭い帯域の照明の下では、目は、色を区別することができない。従って、狭帯域照明で見た画像は、グレーレベルの変化のみで色度がほとんどないか又は全くないように見える。複数の色素の各々の吸収特性は、異なるスペクトル帯域で異なるので、一連の異なる狭帯域照明を受ける時の各色素のそれぞれの反射率(又は、密度)はまた、グレーレベルが変化するように見えることになる。

#### 【0009】

本発明は、従って、特定の狭帯域発光体とその対応する(補間的)色素(特に、一般的に印刷に使用される色素)との間の相互作用、及び、狭帯域スペクトルパワー分布を有する発光体で照明された画像を目が検知する方法を探求するものである。本明細書で説明する方法は、任意の数の発光体及び色素に応用されるように一般化することができ、単純化

10

20

30

40

50

のために、本発明は、カラー印刷用途で一般的に使用されるシアン、マゼンタ、黄色、及び黒色の色素、及び、C R Tベースの光源により一般的に発生する狭帯域の赤色発光体、緑色発光体、及び青色発光体と関連させて説明する。すなわち、本明細書は、「C M Y K」原色のような色素のアレーに従って符号化された単色及びカラーソース画像の処理に関するものである。しかし、本発明のスペクトル多重化において使用される代替スペクトルスキームが存在することは、当業者には明らかであると思われる。代替案には、「R G B」原色、又は橙色及び緑色のような高忠実度色素を使用するシステムのような、カラー表現に対して「C M Y K」以外の原色色素を使用するカラーシステムが含まれるであろう。更に別の代替案には、紫外線又は赤外線光源から発生する発光体に応答する狭帯域色素に対しても符号化されたソース画像のような、異なる種類の多重スペクトルデータを処理するシステムにおいて本発明を使用することである。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

本発明は、複合画像内に符号化された少なくとも1つのソース画像の多重化又は逆多重化に関するので、複合画像は、スペクトル多重化された(S M)画像平面に形成することができる。この平面は、任意の数の異なるピクセルパターンを有することができ、その主な特徴は、平面がスペクトル的に多重化されることである。一般に、「S M」平面の各位置では、1つ又はそれ以上のスペクトル成分を有するピクセル値が存在することができ、どのスペクトル成分が存在するかは、ソース画像平面の1つにおける対応するピクセルのグレーレベルに依存する(本発明はまた、各ピクセルが1つよりも多いソース画像平面からのカラー分離画像データを表すカラー値を含む「S M」平面に応用することができる)。

20

## 【0011】

本発明の一般的理論は、プリンタのようなカラーハードコピー出力装置の形態のレンダリング装置、及び、従来のカラー画像化で使用されるものと類似の技術用語を使用する数学的フレームワークと関連させて理解することができる。M個の色素を使用するカラーハードコピー出力装置を考察する。この装置からのプリントは、N個の異なる発光体 $\{L_i\}_{i=1}^N$ の下で見られる。K個の観察灯の下でのプリンタの輝度特性は、所定のピクセル位置でのM個の色素の各々について使用される制御値 $\{A_j\}_{j=1}^M$ と、N個の発光体の各々の下で所定のピクセル位置で生成される輝度との間の関係により与えられる。これは、 $i = 1, 2, \dots, N$ の時に、N個の関数の組として示すことができる。

30

$$f_i(A_1, A_2, \dots, A_M) = i\text{番目の照明 } L_i \text{の下での色素制御値 } A_1, A_2, \dots, A_M \text{を有する領域の輝度}$$

## 【0012】

以下の説明では、所定の色素に対する制御値0は、その色素の印刷がないことを表すと仮定される。この約束事は、本発明の要件ではなく、表記法上の簡素化のために使用するに過ぎない。

本明細書での説明は、輝度の特徴付けのみの場合に限定されるが、それは、狭帯域照明の下では、目は、主として輝度の違いを見て、大半の色の違いを区別することができないからである。尚、本明細書で説明する輝度は、概念的には標準的な使用法、すなわち、知覚された光エネルギーの尺度としての使用法に一致するものであるが、その定義は、従来の使用法に限定されず、本明細書で同じく説明する特殊な視覚状況を包含するように拡大される。特に、狭帯域照明の下では、特定の視覚的な効果は、ソース画像の知覚に影響を与える。これの特定の事例は、低い光レベルでのスペクトルの青色領域内の感度の増加を引き起すブルキニエ効果であり、一般に、青色光及びC R T照明の下で物を見ることと特に関連する場合がある。このような状況で必要とされる測光法及び測色法からのいくつかの高度な概念については、例えば、G. W y s z e c k i 及びW. S. S t i l e s による「カラーサイエンス：概念及び方法、定量的データ及び公式」、第2版、ジョン・ウィリー・アンド・サンズ出版、1982年)に説明されている。

40

## 【0013】

50

本発明の方法は、複合画像内に符号化されたソース画像の多重化、レンダリング、及び逆多重化を通じた回復に関する。回復される1つ又はそれ以上のソース画像は、発光体の各々の下で目標とされる空間的輝度分布により説明されると仮定される（ただし、代替的には、輝度／密度に変形することができる他の任意の同等な仕様を使用することができる）。従って、指定されたN個の画像が存在し、 $x, y$ を2つの空間座標とすると、 $Y_i (x, y)$ は、 $i$ 番目の発光体 $L_i$ の下で生成したい所望の輝度値である。以下で論じる際の表記法の簡素化のために、空間依存度は、説明内容が各ピクセル位置に独立して適用されると理解して、以下の説明では落とされることがある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

10

基本的な方法を記号で検証するために、シアン色素及び黄色色素でレンダリングされた複合画像の簡素化された例を考察する。以下の簡素化された例では、「RGB」密度の加算性が仮定されている。これは、原則の単純な図示を目的としたのものに過ぎず、本発明を制限することを意図するものではない。この近似が無効であるような状況では、更に精密な仮定を行うことができる。この例では、C、M、Y、K、及び、R、G、Bは、それぞれ、色素及び発光体を示し、上付き文字は発光体、下付き文字は色素を示すことになる。以下のように仮定する。

$$d^R = R \text{ 照明の下で知覚された画像の密度}$$

$$d^B = B \text{ の下での画像の密度}$$

$$d_c^R = R \text{ の下での密度 C 分離}$$

20

$$d_c^B = B \text{ の下での密度 C 分離}$$

$$d_Y^R = R \text{ の下での密度 Y 分離}$$

$$d_Y^B = B \text{ の下での密度 Y 分離}$$

R発光体又はB発光体で照明された時、知覚された全密度は、以下のように近似することができる。

$$d^R (x, y) = d_c^R (x, y) + d_Y^R (x, y) = d_c^R (x, y)$$

$$d^B (x, y) = d_c^B (x, y) + d_Y^B (x, y) = d_Y^B (x, y)$$

【0015】

従って、本方法は、第1の発光体を受ける時には特徴的に低い密度の色素を探求し、第2の異なる発光体を受ける時には、同じ色素により示された特徴的に高い密度の色素を探求する。従って、少なくとも1つの知覚可能に異なるソース画像（特定の色素の使用によりレンダリングされた複合画像内に符号化される）は、第1の発光体を受ける時は、観察者には知覚不能（又は、ほぼ知覚不能）となるが、第2の発光体により照明された時は、観察者には知覚可能に区別可能である。観察者によりソース画像が知覚されると、ソース画像を理解することができ、それにより、複合画像に埋め込まれた情報、又は複合画像 자체を容易に理解することができる。

30

上記で示した例では、色素の相互作用は全く無視できると仮定された。この仮定は、大半の実際的な色素に関しては真ではなく、従って、更なる考察が必要とされる。

【0016】

赤色及び緑色発光体の下でその後に照明するために、C及びM色素を使用して生成されるレンダリングされた複合画像の場合を考察する。単純にするために、以下の説明では、赤色、緑色、及び青色帯域密度の加算性を仮定しており、この近似が成り立たない状況に対する一般的な場合はその後で説明される。第1のソース画像は、主として複合画像のシアン成分から回復することができ、第2のソース画像は、主としてマゼンタ成分から回復することができるが、これらの色素による不要な吸収は、観察者により認識できるアーチファクトを回避するために補正されることが好ましい。ピクセル位置 $(x, y)$ における赤色照明の下での全密度は、

$$d^R (x, y) = d_c^R (x, y) + d_M^R (x, y)$$

のように近似することができ、緑色照明の下での全密度は、

$$d^G (x, y) = d_M^G (x, y) + d_c^G (x, y)$$

40

50

のようであるが、ここで、 $d_u^V(x, y)$ は、ピクセル位置( $x, y$ )での色素Uによる発光体Vの下の視覚密度を表す。

#### 【0017】

表現 $d_M^R(x, y)$ 及び $d_c^G(x, y)$ は、不要な吸収を表す。最も単純な場合では、色素のその補完的発光体の下での吸収は、1)所望の画像を回復するため、及び、2)複合画像に存在する1つ又は複数の他の色素による不要な吸収を補正するための2つの目的に使用されると仮定することができる。従って、マゼンタ色素は、緑色照明の下で見られる所望の画像を生成するために、また、シアン色素の不要な吸収を補正するために使用することができ、シアン色素は、赤色照明の下で所望の画像を生成するために、また、赤色照明の下でのマゼンタの不要な吸収を補正するために使用することができる。

10

#### 【0018】

不要な吸収を補正するために使用される部分は、それを「消す」ために一定の空間密度をもたらすように、不要な吸収と結合するべきである。以下のように決められる $d_{1c}^R(x, y)$ が赤色の下でマゼンタの不要な吸収を補正するために使用されるシアン密度の部分を表すものとする。

$$d_{1c}^R(x, y) + d_M^R(x, y) = \text{一定} = q^R$$

赤色照明の下でのシアンの残り密度による寄与は、 $d_{2c}^R(x, y) = d_c^R(x, y) - d_{1c}^R(x, y)$ である。尚、全密度は、これらの成分を用いて以下のように書くことができる。

$$d^R(x, y) = d_c^R(x, y) + d_M^R(x, y) = d_{2c}^R(x, y) + (d_{1c}^R(x, y) + d_M^R(x, y)) = d_{2c}^R(x, y) + q^R \quad 20$$

従って、赤色照明の下での全体的な視覚密度は、空間的に変化する密度パターン $d_{2c}^R(x, y)$ が重ね合わされた $q^R$ という一定の背景密度に相当する。この空間変動パターンは、赤色照明の下で見られるものであり、従って、赤色照明の下で見られる第1の多重化画像を表すはずである。

#### 【0019】

同様の方法で、緑色照明の下でのマゼンタの密度の寄与は、

$$d_{1M}^G(x, y) + d_c^G(x, y) = \text{一定} = q^G$$

で与えられる緑色照明の下でのシアンの不要な吸収を補正するために使用される成分 $d_{1M}^G(x, y)$ と、

$$d^G(x, y) = d_M^G(x, y) + d_c^G(x, y) = d_{2M}^G(x, y) + d_{1M}^G(x, y) + d_c^G(x, y) = d_{2M}^G(x, y) + q^G \quad 30$$

を満足する残りの成分、

$$d_{2M}^G(x, y) = d_M^G(x, y) - d_{1M}^G(x, y)$$

とに分解することができる。

従って、緑色照明の下での全体的な視覚密度は、 $d_{2c}^R(x, y)$ という空間的に変化する密度パターンが重ね合わされた $K^G$ という一定の背景密度に相当する。この空間変動パターンは、赤色照明の下で見られるものであり、従って、緑色照明の下で見られる第2の多重化画像を表すはずである。

#### 【0020】

40

表現 $d_{2c}^R(x, y)$ 及び $d_{2M}^G(x, y)$ は、2つの多重化画像に対応する密度の視覚的変動を表すことから、それらのダイナミックレンジを最大化することが望まれる。色素は、単に正の密度を付加することができるのみであるから、この要件は、必要な方程式と、色素は単に正の密度を付加することができるのみという物理的な制約とを満足させる条件で、表現 $q^R$ 及び $q^G$ を最小化することに変形される。従って、上述の方程式が実行可能である $q^R$ 及び $q^G$ の最小の実行可能な値を判断することが望まれる。

#### 【0021】

更に別の解説のために、他の色素の不要な吸収を補正するために追加される色素の量は、それ自体は不要な吸収の無視できる量に寄与するに過ぎない（その値が小さいために）という第1次近似を使用する。この仮定は、シアンの不要な吸収を相殺するために使用さ

50

れるマゼンタの成分が、緑色の下で不要な吸収に寄与するが無視できるほどであり、また、マゼンタの不要な吸収を相殺するために使用されるシアンの成分が、青色の下での不要な吸収に寄与するが無視できるほどであることを意味する。この仮定は、単に説明のために使用され、実際には、高次の効果を説明するために適切な量を反復的に判断するか、又は、本開示で後ほど概説するように、適切なモデル／「LUT」を使用することができる。この単純化するための仮定を用いて、赤色照明の下での所望の空間変動パターン  $d_{2c^R}(x, y)$  に関して達成可能な範囲は、 $q^R$  と  $d_{c^R}(x, y)$  の間であり、全密度変動又はダイナミックレンジは、 $d_{c^R}(x, y) - q^R$  である。同様に、緑色照明の下で利用可能な全密度範囲は、 $d_{M^G}(x, y) - q^G$  である。

## 【0022】

10

表現  $q^R$  及び  $q^G$  に関する一組の実行可能な値は、以下のように決めることができる。

$q^R = \max(d_{M^R}(x, y)) = d_{M^R}(255)$  = 赤色照明の下でのマゼンタに対する最大密度

$q^G = \max(d_{c^G}(x, y)) = d_{c^G}(255)$  = 緑色照明の下でのシアンに対する最大密度

これは、以下のように考えることができる。赤色光の下での背景密度  $q^R$  は、マゼンタから有することができる最大不要密度に等しい。シアン密度成分  $d_{1c^R}(x, y)$  は、各ピクセルでのシアン及びマゼンタの組合せが密度  $q^R$  を有するように注意深く設計され、これは、マゼンタが 100% の場所 (255 デジタルカウント) にはシアンを置かず、マゼンタが 100% よりも少ないピクセルでは  $q^R$  までの密度を構成するのに適切な量のシアンを置くことにより達成することができる。同様の論拠が、赤色照明の下でのシアンの不要な吸収を補正するマゼンタ密度成分  $d_{1M^G}(x, y)$  に適用される。

20

## 【0023】

先に定義された表記法及び用語を用いて、一般的な多重照明画像化問題は、以下の数学的問題に変えられる。すなわち、

$N$  個の異なる発光体の下での所望の輝度値に相当する  $N$  個の輝度値  $\{Y_i\}_{i=1}^N$  が与えられて、ピクセルを印刷する際に使用される  $M$  個の色素  $\{B_j\}_{j=1}^M$  の一組の制御値を、全ての  $i = 1, 2, \dots, N$  に対して、

$$f_i(B_1, B_2, \dots, B_M) = i \text{ 番目の照明 } L_i \text{ の下でのピクセルの輝度} \\ = Y_i \quad (1)$$

30

が成り立つように決める。

## 【0024】

一般的に、 $N > M$  ( 画像仕様数 > 色素数 ) の場合、システムは、過剰に決められて、発光体多重化画像化の利用性を制限する  $\{Y_i\}_{i=1}^K$  輝度値に関する厳しい制約の下でのみ解を有する。 $N = M$  ( 画像仕様数 = 色素数 ) の場合でさえも、上記の (1) で呈示された  $N$  方程式のシステムは、輝度値の限られた範囲でのみ解を有し ( 実行可能な装置制御値  $\{B_j\}_{j=1}^M$  に相当する )、これを、以下のスペクトル多重化画像化問題の全領域と呼ぶ。

$G = \text{発光体多重化画像化に対する達成可能な全領域} = \{ \text{システム (1) が実行可能な解を有するような, } Y \in R_+^K \} \quad (2)$

ただし、 $Y = [Y_1, Y_2, \dots, Y_N]$  は、 $N$  発光体の下での輝度値のベクトルを示し、 $R_+$  は非負の実数の組を示す。全領域  $G$  内の輝度値の指定された  $N$  個組について、制御値で印刷されたピクセルが所定の照明の下で所要の輝度値を生成するような一組の実行可能な制御値がある。この逆も同様であり、全領域  $G$  の外の輝度値の  $N$  個組は、いかなる実行可能な制御値を使用しても作成することができない。この状況は、カラー再生において遭遇される制限されたカラー全領域と類似のものである。ソース画像の再生を試行する前にソース画像がシステムの全領域に限定されることを保証するためには、本明細書で説明するスペクトル多重化において全領域マッピング段階を含めることが必要である。全領域マッピングは、画像と独立か、又は画像に依存するとすることができ、画像という用語は、異なる発光体の下で回復可能な所望のソース画像の組を意味するようにが使用される。更に、多重化される画像の組は、全領域制限を考慮し、この全領域制限で最良の結果を生

40

50

成するように設計することができる。

【0025】

多重化されるソース画像が達成可能な全領域  $G$  にマップされると、再生の問題は、各ピクセルに対する  $M$  色素の各々についての制御値の決定に変形される。これは、(1)の方程式システムの逆変換に相当するものであり、カラー校正と類似の方法により、この逆変換は、予め計算して、色素 1 つにルックアップ表 (LUT) 1 つを用いて (又は、代替的に、 $M$  出力を有する單一  $N$  次元 LUT)、 $N$  次元 LUT に記憶することができるであろう。

【0026】

実際には、(1) の関数自体は、制御値の異なる  $M$  個組で幾つかのパッチを印刷し、異なる発光体の下での輝度を得るためにそれらを適切に測定することにより、装置応答の測定を通じて判断する必要がある。パッチの完全なスペクトルは、例えば、異なる発光体のスペクトルパワー分布及び視覚輝度感度関数を使用して輝度を計算することができる分光光度計で測定することができる。視覚輝度感度関数には、ブルキニエ効果のような視覚現象を説明する適切な光レベルの調節が組み込まれるであろう。例えば、G. Wyszecki 及び R. S. Stiles による「カラーサイエンス：概念及び方法、定量的データ及び公式」、第 2 版 (米国ニューヨーク州ニューヨーク所在のジョン・ウィリー・アンド・サンズ・インコーポレーテッド出版、1982 年) の特に 406 ~ 409 ページを参照することができる。

【0027】

幾つかの簡素化を上述の一般的なフレームワークに組み込むことができる。まず、 $N = M$ 、及び、色素及び光は、色素  $i$  が発光体  $L_i$  のみを吸収し、他の色素に対しては完全に透明であるような色素及び光であると仮定すると、以下が得られる。

$$f_i(A_1, A_2, \dots, A_M) = A_i \text{ のみの関数} = f_i(0, 0, \dots, 0, A_i, 0, \dots, 0) \quad g_i(A_i), \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

次に、(1) の方程式システムは、以下の対応する照明の下での各色素に 1 つの  $M$  独立非線型方程式になる。

$$g_i(B_i) = Y_i \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (4)$$

【0028】

達成可能な全領域は、以下のように定義することができる。まず、 $i = 1, 2, \dots, N$  として以下のように仮定する。

【0029】

$$g_i^{\min} = \min_{A_i} g_i(A_i)$$

$$g_i^{\max} = \max_{A_i} g_i(A_i)$$

【0030】

$$h_i = \{g_i^{\min}, g_i^{\max}\} = g_i^{\min} \text{ から } g_i^{\max} \text{ までの輝度の区間} \quad (5)$$

$G_1 = 1$  つの発光体が 1 つの色素のみに相互作用する仮定に基づく達成可能な全領域 =  $h_1 \times h_2 \times \dots \times h_N$  40 (6)

換言すると、達成可能な全領域は、これらの個々の輝度区間の積集合である。尚、方程式 (6) の仮定は、最大限界と最小限界との間の完全な区間は、物理的な色素で一般的に期待されるようないかなる「隙間」もなく実現することができるということである。(積集合の定義については、例えば、フリードマン著「現代解析の基礎」(米国ニューヨーク州ニューヨーク所在のドーバー出版、1982 年) を参照することができる。)

【0031】

1 つの発光体が 1 つの色素のみに相互作用するという仮定の下では、多重化画像化特徴付け問題は大幅に低減される。 $N$  次元 LUT を必要とする代わりに、色素につき 1 つの一次元 LUT のみが必要とされる。各色素の値は、対応する照明のみの下での輝度により判断することができる。

10

20

30

40

50

実際には、1つの発光体が1つの色素のみに相互作用するという仮定は、一般的な色素には適用できない。しかし、最も強力な相互作用が  $i$  番目の発光体と  $i$  番目の色素との間であり、他の相互作用がより小さなマグニチュードを有する場合、達成可能な全領域は、 $G_1$  に含まれる低減された  $N$  次元領域である。尚、照明用の赤色光、緑色光、及び青色光と共にシアン、マゼンタ、及び黄色を使用する状況はこの場合に相当し、シアンは、赤色と最も相互作用し、マゼンタは緑色、及び、黄色は青色と最も相互作用する。また、(一般的に)全ての発光体をほぼ等しく吸収する黒色色素の使用は、1つの発光体のみとの強い相互作用という要件を満足しない点に注意する必要がある。実際には、これは、黒色色素を付加的な色素とみなすべきであることを意味し、すなわち、1つの色素が黒色である場合には、以下が成り立つ。

10

$$N = \text{発光体の数} = \text{画像数} \text{ 色素数} - 1 = M - 1$$

しかし、黒色は、(以下の例で説明するような)特殊な状況において他の色素と共に使用することができ、達成可能な全領域の向上(すなわち、ダイナミックレンジの向上)、計算の簡素化、及び、経費の低減を助けることができる。

### 【0032】

先に説明した一般的な技術では、装置制御値の  $M$  次元入力空間での装置応答の測定が必要とされ、 $N$  次元入力を用いて多重次元 LUT の形で最終的な特徴付けを具体化することができる。いくつかの場合においては、多重発光体カラー画像化に対する測定及び記憶/計算要件は、出力処理の単純なモデルを使用することにより大幅に低減することができる。1つの有益なモデルは、視覚密度が加法モデルに従うと仮定することである。すなわち、以下が成り立つ。

20

### 【0033】

$$d_i(A_1, A_2, \dots, A_M) \equiv -\log \left( \frac{f_i(A_1, A_2, \dots, A_M)}{f_i(0, 0, \dots, 0)} \right) = -\sum_{j=1}^M \log \left( \frac{f_i(0, 0, \dots, A_j, \dots, 0)}{f_i(0, 0, \dots, 0)} \right) \\ = -\sum_{j=1}^M d_i(A_j) \quad (7)$$

### 【0034】

30

ここで、 $d_i(A_j)$  は、以下のようになる。

### 【0035】

$$d_i(A_j) \equiv -\log \left( \frac{f_i(0, 0, \dots, A_j, \dots, 0)}{f_i(0, 0, \dots, 0)} \right) \quad (8)$$

### 【0036】

(従来的に、密度は、底 10 に対する対数であると定義されており、実際には他の任意の底もまた、それがスケール因子の分だけ密度を変え、他のいかなる数学的展開にも影響を与えないで使用することができる。) 尚、ここでの約束事に従って、制御値 {0, 0, . . . , 0} は白紙基体を表し、従って、 $f_i(0, 0, \dots, 0)$  は、 $i$  番目の発光体の下での紙基体の輝度を表し、対数項は、紙正規化視覚密度を表す。視覚密度に対する加法モデルは、透明色素材料に対するペール・ブーゲーの法則と、スペクトル密度の加法的性質が上述の近似の有効性を示唆する比較的狭い帯域の照明の仮定とに基づいている。このモデルはまた、多くの場合、仮定が厳密には適用できない中間調媒体について妥当な近似をもたらす。(より詳細な背景については、F. Grum 及び C. J. Bartelson 編集「光放射測定: カラー測定」、第 2 卷(米国ニューヨーク州ニューヨーク所在のアカデミック・プレス出版、1983 年)、又は、G. Sharma 及び H. J. Trussell 著「デジタルカラー画像化」(画像処理に関する IEE 論文集、第 6 卷、第 7 号、901 ~ 932 ページ、1997 年 7 月)を参照することができる。) モデルの精度を向上させるために、スペクトル密度モデルを使用する完全な計算を必要に応じて

40

50

実行してもよく、これは、照明光が厳密には狭帯域ではない状況では潜在的に有利である。

【0037】

$d_i(A_j) = \log[f_i(0, 0, \dots, A_j, \dots, 0) / f_i(0, 0, \dots, 0)]$  の項は、他の色素がなく  $j$  番目の色素をだけを用いて印刷され、 $j$  番目の色素の制御値が  $A_j$  として設定されたパッチの紙正規化視覚密度を表す。従って、上記で提案された加法密度モデルにより、個々の色素の制御パッチの視覚密度に基づいて任意のパッチの視覚密度を判断することができる。これにより、必要とされる測定回数が大幅に低減される。個々の色素の「ステップ・ウェッジ」(それに対しては、他の色素が印刷されない)の測定により、完全な装置特徴付け関数を方程式(8)を使用して判断することができる関数  $d_i(A_j)$ 、 $i = 1, 2, \dots, N$ 、 $j = 1, 2, \dots, M$  を決めることができる。 10

【0038】

上述のモデルを使用して、(1)の方程式システムは、以下のように変形される。

【0039】

$$\sum_{j=1}^M d_i(B_j) = \log(Y_i / Y_i^0), \quad Y_i^0 = f_i(0, 0, \dots, 0) \quad (9)$$

【0040】

(9)の方程式は、 $M$ 変数 ( $B_1, B_2, \dots, B_M$ ) における  $K$  非線型方程式のシステムを表す。関数  $d_i(A_j)$  は、「ステップ・ウェッジ」の測定から利用可能であり、上述の方程式を先に定義された全領域  $G$  内の輝度値に対する制御値  $B_j$  について解くことができる。全領域の外の点については、近似的な意味で方程式を解くことができ、ある(制御が小さい)形の全領域マッピングをもたらす。 20

【0041】

異なるスペクトル帯域での密度が線形関係を有すると仮定すれば、これらの方程式の異なる簡素化が可能である。すなわち、以下が成り立つ。

$$d_i(C) = \alpha_i^j d_j(C), \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (10)$$

ただし、 $\alpha_i^j = d_i(C) / d_j(C)$  は、 $i$  番目の発光体の下での  $j$  番目の色素の視覚密度を  $j$  番目の発光体の下での  $j$  番目の色素の視覚密度と関係づける比例係数であり、色素値  $C$  からは独立していると仮定され、また、 $\alpha_j^j = 1$  である。 30

【0042】

すなわち、方程式(10)で使用される約束事は、全ての他の発光体の下での  $j$  番目の色素の密度は、 $j$  番目の発光体自体の下でのその密度を参照することであり、これは、厳密にはモデルの要件ではないが、代替の約束事も同等に使用することができる表記法の簡素化をもたらすために選ばれる。また、方程式(10)は、透明色素材料に対するペール・ブーゲーの法則と、比較的狭い帯域の発光体の仮定とに基づいている。(より詳細な背景については、F. Grum 及び C. J. Bartelson 編集「光放射測定: カラーティング」、第2巻(米国ニューヨーク州ニューヨーク所在のアカデミック・プレス出版、1983年)、又は、G. Sharma 及び H. J. Trussell 著「デジタルカラー画像化」(画像処理に関する IEEE 論文集、第6巻、第7号、901~932ページ、1997年7月)を参照することができる。) いくつかの色素及びマーキング処理がペール・ブーゲーの法則に正確には従わないとしても、実際には、方程式(10)は、多くの場合に測定データに対する十分に正確な実験的モデルを提供し、本発明の目的に使用することができる。(10)の簡素化を用いて、(9)の方程式システムは、以下のような方程式の線型システムになる。 40

【0043】

$$\sum_{j=1}^M \alpha_i^j d_j(B_j) = \log(Y_i / Y_i^0), \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (11)$$

【0044】

10

20

30

40

50

これは、以下のようにマトリクス・ベクトル表記法で書くことができる。

$$A d = t \quad (12)$$

ただし、 $A$ は、 $i, j$ 番目の要素が $a_{ij}$ である $N \times M$ マトリクス、 $d$ は、 $j$ 番目の成分が $d_j (B_j)$ である $M \times 1$ ベクトル、 $t$ は、 $i$ 番目の成分が $\log(Y_i / Y_i^0)$ である $N \times 1$ ベクトルである。

#### 【0045】

線型方程式のシステムは、 $d$ の値を判断するために解くことができ、これにより、異なる発光体（多重化画像に対応する）の下での所望の輝度値が得られる。 $d$ の個々の成分、すなわち、 $d_j (B_j)$ 値は、その後、 $j$ 番目の色素、すなわち $B_j$ に対応する制御値を判断するために、 $j$ 番目の発光体の下での $j$ 番目の色素に対する視覚密度応答と共に使用することができる。この処理は、1次元TRCの逆変換に類似したものである。各色素についてこの処理を繰り返すと、異なる発光体の下での輝度値の所望の組を生成する $\{B_j\}_{j=1}^M$ により必要とされる色素制御値の完全な組が得られる。

#### 【0046】

尚、 $N = M$ の場合、上述の組の方程式は、一般的な色素及び発光体に対して通常当てはまる $A$ が逆変換可能であることを条件して、固有の解を有する。この場合の解は、単にマトリクス $A$ を逆変換することにより得られる。更に、色素及び発光体を対応させて並べることができる場合、すなわち、色素 $i$ が発光体 $i$ を最も多く吸収し、他の発光体を少なく吸収する場合、全ての $i = 1, 2, \dots, N$ に対して、 $a_{ii} \geq a_{ij}$  ( $j \neq i$ ) であり、すなわち、マトリクス $A$ は、対角線に沿った要素が各行に沿って最大である正方行列であり、これは、多くの場合、数値的安定性の観点から望ましいものである。 $M > N$ の場合、方程式システムは、複数の数学的解を有することになり、特解の選択は、付加的な判断基準に支配されるであろう。複数の数学的解の1つを選択するための判断基準の一例は、実行可能性であり、実行可能な解とは、実行可能な色素制御値の範囲で実現することができる一組の密度値である。

#### 【0047】

また、達成可能な全領域 $G$ に対する適切な近似を判断するために方程式(12)に固有なモデルを使用することができ、このモデルは、全領域マッピングの実行を助ける可能性がある。一般的に、密度曲線 $d_j (C)$ は、色素制御値 $C$ の単調増加関数であり、 $j$ 番目の発光体の下での $j$ 番目の色素の達成可能な密度範囲は、 $d_j^{\min} = d_j (0) = 0$ と、 $d_j^{\max} = d_j (C_j^{\max})$ との間であり、ただし、 $C_j^{\max}$ は、 $j$ 番目の色素の最大制御値である。方程式(12)のモデルが有効であると仮定して、達成可能な全領域は、

$$G_D = \text{加法密度を仮定しての達成可能な輝度全領域} = \{ A d = \log(y / y^0) \text{ 及び } 0 = d^{\min} \leq d \leq d^{\max} \text{ である } d \text{ が存在するような } y \} \quad (13)$$

ただし、 $d^{\min}$ は、 $j$ 番目の成分が $d_j^{\min} = 0$ である $M \times 1$ ベクトル、 $d^{\max}$ は、 $j$ 番目の成分が $d_j^{\max}$ である $M \times 1$ ベクトル、 $y$ は、 $i$ 番目の成分が $i$ 番目の発光体 $L_i$ の下での輝度を表す $N \times 1$ ベクトル、及び、 $y^0$ は、 $i$ 番目の成分が $i$ 番目の発光体の下での紙の輝度を表す $N \times 1$ ベクトルである。方程式(13)の右辺の不等式、割り算、及び対数は、ベクトルに対して項単位で適用可能であると理解される。

#### 【0048】

$N$ 発光体の下で生成される $N$ 画像により、各ピクセル位置に対して、 $N$ 発光体の下でのそのピクセル位置での所望の輝度値に対応する $N$ 個組が得られる。全てのピクセル位置に対応する $N$ 個組は、画像が所定の色素及び発光体を使用して生成可能であるためには、先に定義された全領域 $G$ 内になければならない。多重化に関して指定された画像がこの制約を満足しなかった場合、何らかの形の全領域マッピングが必要である。

#### 【0049】

単純な画像独立全領域マッピングスキームは、以下のように定義することができる。第1に、異なる発光体の下での輝度値の範囲は、これらの範囲内の全ての可能な値が全領域 $G$ 内にあるように決められる。これは、数学的には、一組の $N$ 区間 $S_i = [Y_{i\min}, Y_{i\max}]$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) を、これらの区間の積集合が全領域 $G$ 内に含まれるように、

10

20

30

40

50

すなわち、

$$S_1 \times S_2 \times S_3 \times \dots \times S_N \quad G \quad (14)$$

であるように決めるということと同等である。

#### 【0050】

次に、 $i$  番目の発光体の下での要求された輝度値の組を、ある（一般的に単調な）関数により区間  $S_i = [Y_{\min_i}, Y_{\max_i}]$  にマップすることにより、画像独立式に全領域マッピングを実行することができる。区間  $S_i$  により、 $i$  番目の発光体の下で達成される輝度ダイナミックレンジが判断される。方程式 (14) が有効になるような集合  $\{S_i\}_{i=1}^N$  の複数の選択が一般的に存在するので、区間を選択する 1 つの方法は、達成可能な最小ダイナミックレンジを最大化する最大 / 最小最適化を用いることであろう。数学的には、この手法は、以下のように説明することができる。すなわち、 $f(S_i)$  を輝度範囲  $S_i$  に対応して達成されるコントラストを測る何らかの適切に選択された関数として、 $\min_i f(S_i)$  が最大化されるように集合  $\{S_i\}_{i=1}^N$  を選択する。関数  $f(\cdot)$  の適切な選択の例は、単純な輝度比、すなわち、 $f(S_i) = Y_{\max_i} / Y_{\min_i}$ 、又は、密度範囲  $f(S_i) = \log(Y_{\max_i} / Y_{\min_i})$ 、又は、「CIE」明度範囲  $f(S_i) = L^*(Y_{\max_i}) - L^*(Y_{\min_i})$  であり、ここで、 $L^*(\cdot)$  は「CIE」明度関数である。（例えば、G. W. yszekki 及び W. S. Stiles 著「カラー・サイエンス：概念及び方法、定量的データ及び公式」、第 2 版（米国ニューヨーク州ニューヨーク所在のジョン・ウィリー・アンド・サンズ・インコーポレーテッド出版、1982 年）を参照することができる。）尚、方程式 (13) のモデルと共に、最大 / 最小最適化における関数としての密度範囲の選択は、数値的最適化スキームを用いて解くことができるボックス制約を有する線型最大 / 最小最適化問題にモデルを変形する。

#### 【0051】

図 3 は、複合画像を形成するために複数のソース画像をスペクトル多重化する第 1 のモードか、複合画像をレンダリングする第 2 のモードか、又は、観察者により有利に見られるように複数のソース画像のうちの少なくとも 1 つを回復するためにスペクトル多重化された複合画像を逆多重化する第 3 のモードで作動可能なシステム 100 を示す。

図 3 に示すように、複数の異なるソース画像アレー 11-1, 11-2, ..., 11-N がスペクトル多重化システム 101 の画像入力装置 20 に表されている。画像入力装置 20 は、複数の単色画像、又は、単色及び多色画像の組合せを受信するように装備することができる。画像入力装置 20 は、ランダムアクセスメモリに結合されたデジタルスキャナのような画像捕捉装置か、又は、コンピュータメモリ又は磁気又は光学式記録媒体のような記憶手段に結合された任意の種類のアナログ又はデジタルカメラを含むことができる。画像入力装置 20 はまた、ランダムアクセスメモリ、ビデオテープ、又はレーザ符号化ディスクなどに先に記憶された画像を受信するか、又は、コンピュータ画像発生装置により作成された画像、又は適切なフォーマットで符号化されてネットワーク上で送信された画像を受信するための手段を含むことができる。

#### 【0052】

この例において画像入力装置 20 により受信されたそれぞれの画像アレー内の複数のソース画像の例示的な図には、第 1 のソース画像アレー 11-1 で表された第 1 のソース画像 12-1、及び、第 2 のソース画像アレー 11-2 で表された第 2 のソース画像 12-2 が含まれている。システム 101 は、任意選択的に、それぞれの画像アレーに表された N ソース画像を受信することができる。本発明のこの例示的な実施形態では、異なる絵によるソース画像が使用されており、複数のソース画像のうちの少なくとも 1 つは、複合画像からの最終的な回復（スペクトル逆多重化を通じて）を目的としたものである。

#### 【0053】

ソース画像データが画像入力装置 20 において受信されると、それは、スペクトルマルチプレクサ 30 に表示され、スペクトルマルチプレクサ 30 は、複合画像 32 をスペクトル多重化 (SM) 画像平面上に供給するために、少なくとも第 1 及び第 2 のソース画像の複合画像のデータ表示を符号化する。このような符号化は、一実施形態では、各ソース画

像に位置する対応する各ピクセルの符号化に必要な情報を多重化するために、複合画像 3 2 への各ピクセル位置に対するマッピングを行うか、又は、特定のピクセルではなく局所的領域でのマッピングにより進めることができる。

【 0 0 5 4 】

次に、複合画像レンダリングシステム 1 0 2 の作動に従って、複合画像を表すデータは、電子情報を送信又は記憶する様々な適切な手段のいずれか 1 つによりスペクトルマルチプレクサ 3 0 に接続することができるレンダリング装置 4 0 に供給される。レンダリング装置 4 0 は、レンダリング複合画像 4 2 を形成するために、所定の狭帯域色素アレーを使用して基体 4 4 上に複合画像 3 2 を記録する。レンダリング複合画像 4 2 は、それによって基体 4 4 上に固定される。

10

【 0 0 5 5 】

レンダリング複合画像 4 2 は、観察者 7 0 が周囲光で見るように利用可能である。レンダリング複合画像 4 2 は、本発明の方法を使用してスペクトル多重化平面に符号化されたデータを表すが、レンダリング複合画像 4 2 は、一般的に、従来の周囲照明条件では混乱した外観を呈し、すなわち、ソース画像 1 2 - 1 や 1 2 - 2 などの少なくとも 1 つは、従来の周囲照明条件の下では区別することが困難か又は不可能である。特定のソース画像は、所望のソース画像を示すのに十分な方法で複合画像 4 2 を選択的に照明するようにデマルチプレクサ 5 0 が作動するまで区別するのが困難か又は不可能な状態になっている。代替的に、ソース画像の 1 つ又はそれ以上は、視覚的な混乱を回避することにより、レンダリング複合画像が周囲又は広帯域照明を受けた時にはそれがレンダリング複合画像において視覚的に明らかであり、レンダリング複合画像が補完的狭帯域発光体を受けた時には混乱するか又は検出し難くなるように符号化することができる。

20

【 0 0 5 6 】

スペクトル逆多重化システム 1 0 3 の作動に従って、特定のソース画像（図 3 に示すように、ソース画像 1 2 - 1 ）を回復して複合画像 4 2 内で区別可能なもにすることができる。図 3 に示す実施形態では、デマルチプレクサ 5 0 の出力は、本発明の方法を用いて観察者 7 0 に向けられる。次に、回復された画像は、画像入力装置 2 0 に始めに供給された特定のソース画像 1 2 - 1 と実質的に同一か、又はその良好な近似として観察者 7 0 によって区別することができる。

30

【 0 0 5 7 】

特定のソース画像の回復は、一般的に、以下の要領でスペクトル逆多重化システム 1 0 3 の例示的な実施形態に従って進行することが理解されるであろう。デマルチプレクサ 5 0 が発生させる狭帯域発光体が複合画像 4 2 を照明してレンダリング複合画像 4 2 内の色素のアレーが選択された発光体を受けるように、基体 4 4 は、デマルチプレクサ 5 0 内で作動可能な光源に対して配置される。レンダリング複合画像 4 2 がこのように少なくとも 1 つの発光体により制御可能かつ選択的に照明される結果として、次に、所望のソース画像が検出可能になる。図示した実施形態においては、所望のソース画像は、観察者 7 0 に対して視覚的に区別可能にされる。ここで回復された所望のソース画像 1 2 - 1 は、それにより観察者 7 0 が理解するようになる。

従って、色素とその対応する発光体の上述の相互作用により、及び、この特定の相互作用に対する観察者 7 0 の視覚的な応答により、符号化された各ソース画像は、逆多重化作動の目的により混乱した又は区別可能な画像として存在することができる。

40

【 0 0 5 8 】

図 4 は、それぞれ、スペクトル多重化、レンダリング、及びスペクトル逆多重化の方法 6 1 、 6 2 、及び 6 3 の例示的な実施形態の簡素化した概略図である。複数のソース画像を多重化する段階 6 1 において、第 1 のソース画像 7 1 及び第 2 のソース画像 7 2 がマルチプレクサ 3 0 に供給され、マルチプレクサ 3 0 は、複合画像データファイルをレンダリング装置 4 0 に出力する。レンダリング装置 4 0 の出力は、複合画像 9 2 を組み込んだ基体 9 0 である。元のソース画像 7 1 は、第 1 の色素を使用して、パターンとしてレンダリングされ、図示の実施形態では、シアンインク又はトナーが選択される。第 2 のソース画

50

像 7 2 は、第 2 の色素を使用して、パターンとしてレンダリングされ、図示の実施形態においては、マゼンタインク又はトナーが選択される。（実際の狭帯域色素間では、一般的に吸収帯域内に何らかの重なりがあるので、複合画像を生成するために複数の色素が利用された時に発生することになる吸収に対処するために、2 つのソース画像は、段階 7 1 で符号化されることが好ましい。）

【 0 0 5 9 】

レンダリング段階 6 2 においては、複合画像は、基体 9 0 上で相応にレンダリングされるシアン色素及びマゼンタ色素のパターンを特定し、レンダリン複合画像 9 2 を形成する。当業者は、2 つのパターンの特定の部分は同じ位置に配置することができ、他の部分は比較的に空間的に別々であることを理解するであろう。それでも尚、本発明のいくつかの実施形態においては、複合画像内のソース画像のうちの少なくとも1 つの視覚的認識は、複合画像内に符号化されたソース画像間の混乱により困難か又は不可能にされる場合がある。

【 0 0 6 0 】

レンダリングされた複合画像 9 2 を逆多重化する段階 6 3 において、レンダリング複合画像 9 2 が固定されている基体 9 0 は、デマルチプレクサ 5 0 により照明される。基体 9 0 の照明は、第 1 の照明モード 5 1 に従って制御されるので、第 1 のソース画像 7 1 は、複合画像の残りに対して特定レベルの密度を達成し、従って、第 1 のソース画像 7 1 は、基体 9 0 上で検出可能になる。代替的に、基体 9 0 の照明が第 2 の照明モード 5 2 に従つて制御されると、第 2 のソース画像 7 2 が、同様に基体 9 0 上で検出可能にされる。従つて、図示の実施形態においては、第 1 のソース画像 7 1 及び第 2 のソース画像 7 2 は、基体 9 0 上で選択的に区別することができる。

【 0 0 6 1 】

図 5 は、画像処理ユニット 1 3 0 、及び、関連周辺装置及びサブシステムが使用されている、図 3 のスペクトル多重化システム 1 0 1 の簡素化した概略図である。画像入力端末 1 2 0 は、スキャナ、デジタルカメラ、又は画像センサアレーのような画像捕捉装置 1 2 2 、コンピュータ画像発生装置 1 2 4 又は二次元データを画像に変換する類似の装置、又は、半導体メモリ又は磁気、光学、又は磁気光学データ記憶装置のような画像記憶装置 1 2 6 を含むことができる。画像入力端末 1 2 0 は、例えば、複数の単色画像ファイルの形でデジタル画像データを導出するか又は供給し、各画像の画像要素又は「ピクセル」は、あるグレー値で定義される。例えば、入力端末 1 2 0 は、一般的に m ピット / ピクセルで形成されたピクセルを用いて、装置の物理的特性に関連したフォーマットで文書又は写真的表現を画像捕捉装置 1 2 2 から得るために使用することができる。カラー文書の場合、画像は、2 つ又はそれ以上の分離ビットマップを用いて、通常は同一の解像度及びピクセル深度で形成される。入力端末 1 2 0 からの画像データは、符号化して複合画像を作成するために、処理用の画像処理ユニット ( I P U ) 1 3 0 に向けられる。1 つ又はそれ以上のソース画像を表すデータは、その後のレンダリングに適切な複合画像を表す二次画像データが得られるように、画像処理ユニット 1 3 0 によりスペクトル符号化されることが認識されるであろう。

【 0 0 6 2 】

画像処理ユニット 1 3 0 は、入力画像データを画像入力端末 1 2 0 から、又は、適切にプログラムされた汎用コンピュータ（図示せず）のような別の適切な画像データ供給装置から受信し、ランダムアクセスメモリ ( R A M ) のような適切な装置に入力画像データを記憶する画像メモリ 1 3 2 を含むことができる。画像処理ユニット 1 3 0 は、一般にプロセッサ 1 3 4 を含む。入力画像データは、本発明に従ってそれぞれのソース画像平面上で形成された複数のソース画像を表す画像データをもたらすように、プロセッサ 1 3 4 を通じて処理することができる。例えば、「 R G B 」又は白黒 ( B / W ) 画像の形の画像データ信号を処理することができ、そこから得られた輝度情報を使用して、ソース画像を表すデータをもたらすことができる。他のフォーマットで示された画像データ信号も同様に処理され、例えば、 $L^* a^* b$  フォーマットの画像データ信号は、ソース画像を表すデータを

10

20

30

40

50

明度チャンネルから取得するように処理することができる。グレースケールで既にフォーマット化されている画像データ信号は、一般的に、更に処理しなくても使用可能である。

【0063】

画像処理ユニット130の作動は、ソース画像データを上述のような複合画像ファイルに符号化するために、1つ又はそれ以上の画像処理関数138及び139に従って進めることが可能である。処理には、必要であれば3成分カラー表示を特定プリンタ用の4つ又はそれ以上の成分のカラー表示に変換するために実行することができる色変換を含めることができ、また、c及びdを整数値であるとして、cビットデジタル画像信号を特定プリンタの駆動に適切なdビットデジタル画像信号に変換するハーフトナーを含めることができる。いくつかの実施形態においては、更に別の関数には、色空間変換、色補正、全領域マッピング、及びアンダー・カラー・リムーバル(UCR)／グレー成分置換(GCR)関数のうちの1つ又はそれ以上を含めることができる。制御信号及び複合画像出力データは、画像処理ユニット130からの出力のためにインターフェース136に供給される。

【0064】

画像処理ユニット130は、内蔵プロセッサとして、又は、汎用コンピュータの一部として具体化することができる。それは、デジタル信号処理を達成するためなどの特殊目的のハードウェアを含むことができ、又は、単に汎用コンピュータ上で実行される適切なプログラムを表すことができる。それはまた、遠隔コンピュータ上で実行される1つ又はそれ以上の特殊目的プログラムを表す場合がある。

【0065】

図6は、1つ又はそれ以上の回復されたソース画像171及び172を表示するためにコントローラと関連周辺装置及びサブシステムとが使用されている、図3のスペクトル逆多重化システム103の簡素化された概略図である。図6は、基体44上の複合画像42を第1及び第2の所定の発光体161及び162に当てるように作動可能な光源160に接続されたコントローラ150を示す。第1に、基体44上のレンダリング複合画像42に関して図示するように、従来の周辺照明の下で、かつ発光体161及び162がない場合には、複合画像42のみが区別可能であり、ソース画像は検出されない。しかし、第1の所定の発光体161が得られるように光源160が作動されると、回復ソース画像171は、観察者170にとって検出可能になる。代替的に、光源160の作動モードは、第2の所定の照明162が得られるように切り替えることができ、その時点で、複合画像42は、代わりに第2の発光体162に当たられ、回復ソース画像172が検出可能になる。

【0066】

コントローラ150は、その最も単純な形において、手動操作可能な発光体セレクタスイッチとして構成することができる。代替的に、図示するように、コントローラ150は、光源160の作動のプログラム可能な制御を提供する、光源160に接続されたインターフェース156を有するコンピュータベースの制御装置の形で設けることができる。すなわち、コントローラ150は、照明162の1つ又はそれ以上の選択された場をもたらすために、光源160の選択的作動及び停止を生じさせるように操作することができる。このような制御は、例えば、人間のオペレータによるか、又は、コンピュータ又は類似の手段によるプログラム可能な制御による光源160の手動操作を通じて達成することができる。

【0067】

コントローラ150は、光源160の作動、停止、又は順序付け、及び、発光体強度や発光体周波数の設定のようなタスクを達成するように作動可能である。コントローラ150の実施形態は、標準的なメモリ152及びプロセッサ154を備えたプログラム可能制御システムの作動からの恩典を受ける。コントローラ150は、例えば、均一な「R」又は「G」又は「B」画面画像をインターフェース156に供給し、光源160がCRTモニタの形で構成された場合に、その後に光源160上で表示するために使用することができる。

10

20

30

40

50

## 【0068】

コントローラ 150 による光源 160 の作動は、特定の順序付けられた制御関数に従つて進めることができ、それによって、例えば、光源 160 の制御された作動を提供し、選択された狭帯域発光体、又は選択された狭帯域発光体の強度の制御された作動の連続的な作動及び停止のような選択的な特性に従つて、又は、発光体の特定のシーケンス、強度、又は持続時間のオペレータによる介入に従つた対話型制御によって変動する照明の場が提供される。上述の通り、レンダリング複合画像は、そこに符号化された複数のソース画像を有するように、例えば、それぞれの第 1 及び第 2 の色素の少なくとも第 1 及び第 2 のパターンを有するように構成することができる。レンダリング複合画像には、それぞれの第 1 及び第 2 の狭帯域発光体による照明の時間的シーケンスを受けさせることができ、その結果、第 1 及び第 2 の回復ソース画像 171 及び 172 のそれぞれが連続的に区別可能であることを可能にする。10

上述のように、光源 160 は、レンダリング複合画像 42 を照明するための十分な所要の照明の場を発生させるために、基体 44 に対して位置決め可能な画面を有する CRT モニタの形で設けることができる。

## 【0069】

図 7 は、シアン色素及びマゼンタ色素を使用してレンダリングされた、第 1 及び第 2 ソース画像が符号化されたレンダリング複合画像であり、第 1 及び第 2 ソース画像は、CRT の赤色及び緑色発光体の下で回復可能である。

回復ソース画像が照明場において補完的発光体の連続を受けた時にそれぞれ異なる明度で回復されることになる 2 つ又はそれ以上のソース画像を符号化することにより、単純な動画効果を達成することができる。例えば、赤色照明の下では、複合画像の黄色の色素でレンダリングされた部分は、複合画像のシアン色素でレンダリングされた部分よりも明るく見える傾向がある。赤色発光体の代わりに青色発光体を使用した時には、それぞれの部分の見掛けの明度は逆になる。更に、ソース画像は、黄色及びシアン色素を使用してレンダリングされた複合画像内に符号化及び構成されたソース画像の外観に、それぞれが赤色及び青色発光体を受ける時に適合することになるグレー又は緑色色素を使用してレンダリングされた複合画像内に符号化及び構成することができる。20

## 【0070】

図 8 は、第 1、第 2、及び第 3 の複数の空間変動ソース画像が符号化されたレンダリング複合画像の概略図である。30

図 9 は、レンダリング複合画像が狭帯域発光体の照明の場のシーケンスを受ける時に、回復ソース画像又は回復ソース画像内に運動の感覚を付与するために回復される複数の第 1、第 2、及び第 3 の空間変動ソース画像が符号化された、図 8 の概略図に従つて構成されたレンダリング複合画像を示す図である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0071】

【図 1】染料昇華型プリンタで作動可能な白紙基体と、シアン、マゼンタ、黄色、及び黒色染料（100% 密度における）の形態での色素とに対する反射スペクトルを示す図である。40

【図 2】典型的なブラウン管（CRT）により発生した赤、緑、青の三原色の相対放射輝度スペクトルを示す図である。

【図 3】複数のソース画像のスペクトル多重化及び逆多重化のため、及び少なくとも 1 つの符号化されたソース画像を有する複合画像をレンダリングするための本発明に従つて構成されたシステムのブロック図である。

【図 4】複合画像内に第 1 及び第 2 のソース画像をスペクトル多重化し、それぞれの第 1 及び第 2 の色素を使用して複合画像をレンダリングし、レンダリングされた複合画像を逆多重化するための図 3 のシステムで作動可能な方法の簡素化された概略図である。

【図 5】画像処理ユニット、及び、関連周辺装置及びサブシステムが使用される図 3 のスペクトル多重化システムの簡素化された概略図である。50

【図6】コントローラ、及び、関連周辺装置及びサブシステムが使用される図3のスペクトル逆多重化システムの簡素化された概略図である。

【図7】C R Tの赤色及び緑色発光体の下で回復可能である第1及び第2のソース画像が符号化され、シアン及びマゼンタ色素を使用してレンダリングされたレンダリング複合画像を示す図である。

【図8】第1、第2、及び第3の複数の空間変動ソース画像が符号化されたレンダリング複合画像の概略図である。

【図9】レンダリング複合画像が狭帯域発光体の照明の場のシーケンスを受ける時に、回復ソース画像間又は回復ソース画像内に運動の感覚を付与するために回復される複数の第1、第2、及び第3の空間変動ソース画像が符号化された、図8の概略図に従って構成されたレンダリング複合画像を示す図である。

【符号の説明】

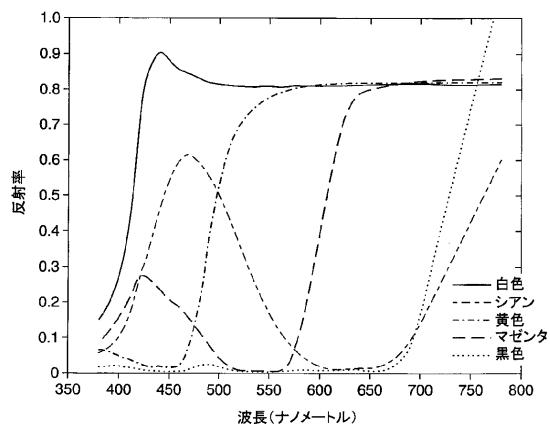
【0072】

- 1 1 - 1 第1のソース画像アレー
- 1 2 - 1 第1のソース画像
- 2 0 画像入力装置
- 3 0 スペクトルマルチブレクサ
- 3 2 複合画像
- 4 0 レンダリング装置
- 4 2 レンダリング複合画像
- 4 4 基体
- 5 0 デマルチブレクサ
- 7 0 観察者
- 1 0 1 スペクトル多重化システム
- 1 0 2 複合画像レンダリングシステム
- 1 0 3 スペクトル逆多重化システム

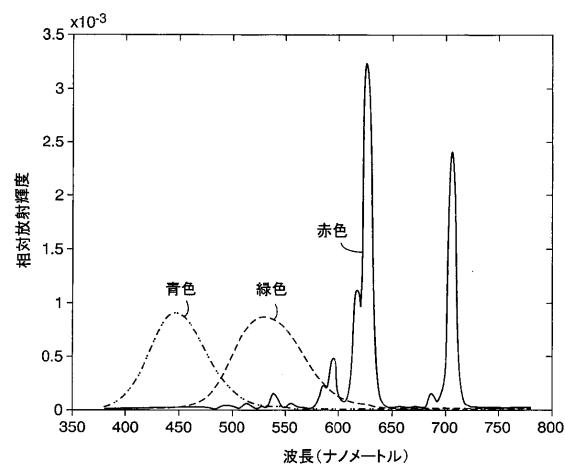
10

20

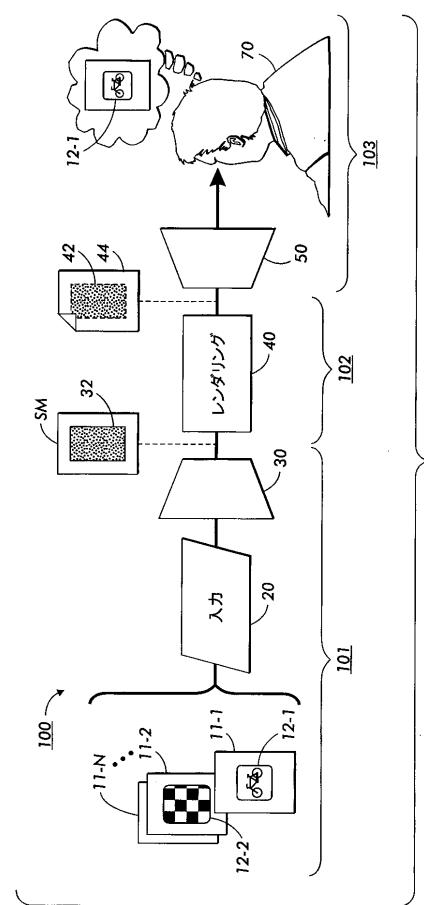
【図1】



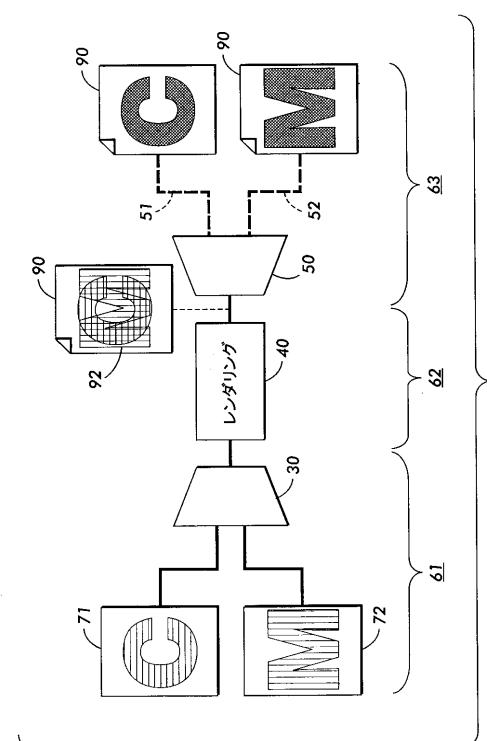
【図2】



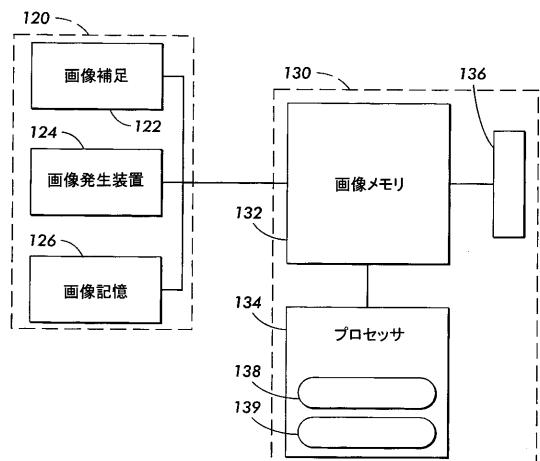
【図3】



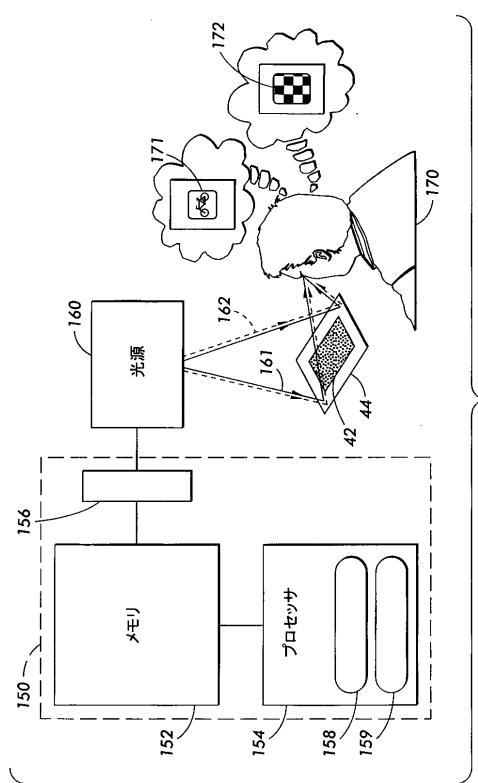
【図4】



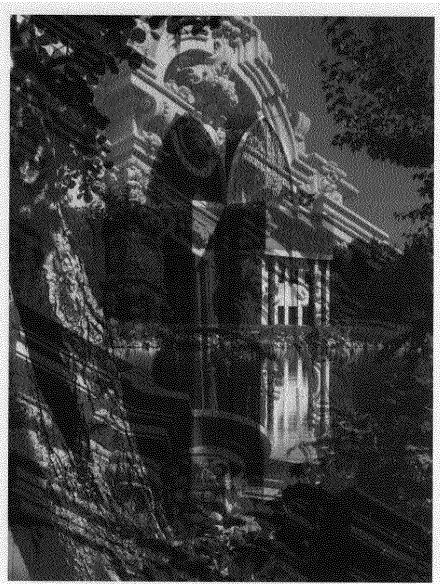
【 図 5 】



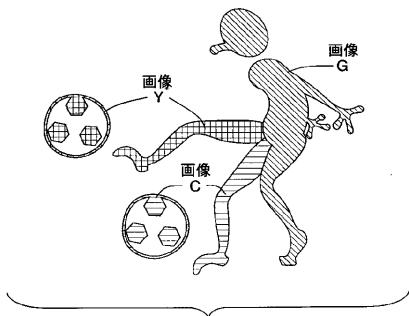
## 【 図 6 】



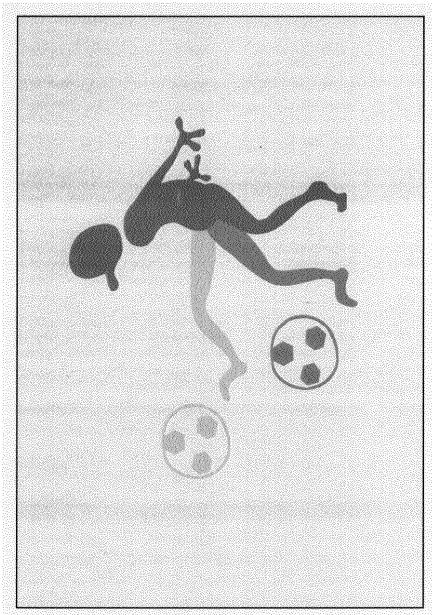
【図7】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 スティーブン ジェイ ハーリントン  
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14580 ウェブスター バーネット ロード 251  
(72)発明者 ロバート ピー ロース  
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14580-4052 ウェブスター ハイリー ドライブ  
736  
(72)発明者 ガウラブ シャーマ  
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14580-2569 ウェブスター ウッドローズ ドライ  
ブ 3

合議体

審判長 板橋 通孝  
審判官 古川 哲也  
審判官 吉村 博之

(56)参考文献 特開平02-197891 (JP, A)  
特開平05-262086 (JP, A)  
特開平11-301089 (JP, A)  
欧州特許出願公開第419739 (EP, A1)  
特開2002-317138 (JP, A)  
国際公開第90/12336 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T11/60  
H04N1/46-1/64  
B44F1/00-1/14  
G09F13/02