(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3745368号
(P3745368)
(45)発行日　平成18年2月15日(2006.2.15)　(24)登録日　平成17年12月2日(2005.12.2)

(51)Int.Cl.			F I		
H04N	1/60	(2006.01)	H04N	1/40	D
G09G	5/00	(2006.01)	G09G	5/00	510P
G09G	5/06	(2006.01)	G09G	5/06	
H04N	1/46	(2006.01)	H04N	1/46	Z

請求項の数 9　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願平7-521890
(86)(22)出願日　平成7年2月16日(1995.2.16)
(65)公表番号　特表平9-509538
(43)公表日　平成9年9月22日(1997.9.22)
(86)国際出願番号　PCT/US1995/001915
(87)国際公開番号　WO1995/022866
(87)国際公開日　平成7年8月24日(1995.8.24)
審査請求日　平成14年2月18日(2002.2.18)
(31)優先権主張番号　08/197,059
(32)優先日　平成6年2月16日(1994.2.16)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者
アップル　コンピュータ，　インコーポレイテッド
アメリカ合衆国　カリフォルニア州　９５０１４　クッパチーノ，　ワン　インフィナィト　ループ（番地なし）
(74)代理人
弁理士　大塚　康徳
(74)代理人
弁理士　松本　研一
(72)発明者　グエイ，　ランドール　ジー.
アメリカ合衆国　カリフォルニア州　９５０１４　クッパチーノ，ロング　オークレーン　１００５３

最終頁に続く

(54)【発明の名称】カラーコンピュータグラフィックシステムにおける主観的に心地良い色域マッピング

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１色域を有する生成装置の色を、第２色域を有する出力装置の色にマッピングする方法であって、
前記第１色域における飽和基本色、及び２種類の前記飽和基本色を組み合わせて得られる２次的な飽和色に対応する色値として、ユーザの主観的な好みに基づく値を割り当てた合成色値を定義する工程と、
前記合成色値の補間によって、前記１色域の外壁を定義する工程と、
前記定義された外壁を有する前記第１色域から、前記出力装置の色空間へのマッピングを確立する工程とを備え、
前記合成色値は、前記飽和基本色及び前記２次的な飽和色の測色解析によって得られる測色値とは異なる色である
ことを特徴とする方法。
【請求項２】
前記マッピングは、前記第１色域の色値を、装置とは独立した色値に変換し、かつ前記装置とは独立した色値を前記出力装置の色空間内の色値へ変換することによって確立されることを特徴とする請求項１に記載の方法。
【請求項３】
前記確立する工程は、前記第２色域が、前記第１色域の色と一致する色を含んでいるかどうかを判定する工程と、

前記第１色域の色を前記第２色域の色と一致する色にマッピングする工程と
を備えることを特徴とする請求項１に記載の方法。
【請求項４】
前記第１色域の色と一致する色が前記第２色域に含まれていない場合、前記第２色域内の所定数の色が、前記第１色域の色を含むかどうかを判定する工程と、
前記所定数の色が前記第１色域の色を含んでいる場合、該所定数の色で補間する工程と、
前記第１色域の色を前記補間された色値にマッピングする工程と
を更に備えることを特徴とする請求項３に記載の方法。
【請求項５】
前記所定数の色は、四面体を形成する４つの色である
ことを特徴とする請求項４に記載の方法。
【請求項６】
前記第１色域の色が前記第２色域外である場合、該第１色域の色に最も近い前記第２色域内の色と、前記第１色域の色に最も近い前記第１色域の前記定義された外壁上の色との、所定数の組み合わせで補間する工程と、
前記第１色域の色を前記補間された色値にマッピングする工程と
を更に備えることを特徴とする請求項４に記載の方法。
【請求項７】
前記所定数の色の組み合わせは、前記第２色域内の色数と、前記定義された外壁上の色数とが等しい
ことを特徴とする請求項６に記載の方法。
【請求項８】
前記所定数は、３である
ことを特徴とする請求項７に記載の方法。
【請求項９】
前記第１色域の外壁を定義する工程は、黒と前記合成色のそれぞれとの間を順番に補間する工程と、白と前記合成色のそれぞれとの間を順番に補間する工程とを備える
ことを特徴とする請求項１に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
発明の属する分野
本発明はカラーコンピュータグラフィックスに関し、特に、出力装置で表現できない生成装置の色が、出力装置によって表現できる他の色にマップされることに関するものである。
技術水準
カラーマッチングアルゴリズムは、ある媒体によって表される情報を、異なる媒体によって表す場合でも、その情報を同じように表現させようとするものである。例えば、ＣＲＴカラーディスプレイでは、画像を生成するために使用されている色がたとえ異なっていても、あらゆるディスプレイに対し同じ方法で色を表現するための基準としてＣＩＥ（Commission International de I'Eclairage）表色系が確立されている。しかしながら、プリンタによる記録は減法混色（ＣＲＴで用いる加法混色）であるため、ＣＲＴの加法混色と同じ色を表すのに使用する減法混色の量をプリンタに通知することが困難である。
ノイゲバウアー（Neugebauer）、エレクトロニクスフォーイメージング（Electronics For Imaging）、コダック（Kodak）、その他多数の企業が、ＣＲＴの表色系からプリンタの色仕様へ変換することを試みている。一般的な一致した見解としては、補間テーブルがＣＲＴ色空間からプリンタ色空間へ変換することが適当な方法であるとされている。しかしながら、あるＣＲＴで利用可能な色と、あるカラープリンタで利用可能な色とを測定し、ＣＲＴで表示されない記録可能な少数の色を検出すると、ＣＲＴで表示される多くの色が記録されなくなる。特に、緑、黄、赤、マゼンタの色である。画像生成装置で利用可能な色範囲はその色域（color gamut）で表され、装置間でこの色域が種類が重ならないという特性はミスマッチ域として知られている。また、生成装置で画像形成可能であるが出力

装置で画像形成不可能な色は、域外色として知られている。
従来より、生成装置（例えば、ＣＲＴ）から出力装置（例えば、カラープリンタ）へのマッピングにおける一般的なルールは、出力装置で利用可能なすべての色は可能な限り生成装置の色に近い色で記録すべきことである。また、域外色を記録する場合は、可能な限り生成装置の色相角度、彩度、明度を保つよにする。
しかしながら、上述のカラーマッチングアルゴリズムは、特に、黄、緑、赤、マゼンタのようなモニタにおける鮮明な色の表示を提供しようとする場合に、ユーザが所望しない結果を生じることがある。一般的に、黄は最も不都合な色とされている。なぜなら、ほとんどのＣＲＴにおける黄は、プリンタにおける黄よりもプリンタにおける緑に近くなるからである。その結果、ＣＲＴにおける鮮明な黄が要求された場合、このカラーマッチングアルゴリズムは、その色を白あるいは色褪せた緑にマップする。このような処理は、鮮明な黄を要求する場合において一般的にユーザが考えもしない色であるが、これが黄として正しい色の科学的な表現である。
記録される画像が、一般的に自然画とコンピュータで生成された画像とが組合わさって存在すると仮定すれば、理想的には、自然画はプリンタが記録可能な色に近い色にマップされ、コンピュータで生成された画像はプリンタの鮮明な色にマップされる。しかしながら、通常は、生成装置の色仕様を通知する方法はない。
そのため、鮮明なＣＲＴの色を、鮮明なプリンタの色で表現しながら、ＣＲＴ上で表示される色にできる限り近くマッチして自然画が記録される方法が必要とされている。
この目的は独立請求項１、３、７の方法によって解決される。更に、特徴となる長所、発明の詳細と観点は、従属請求項、説明、図から明らかになるであろう。これら請求項は、本発明を一般的な用語を用いて定義するための最初の限定しない手引きとして理解されるべきである。

発明の要約

本発明の１つの特徴は、鮮明なＣＲＴの色を、鮮明なプリンタの色で表現しながら、ＣＲＴ上で表示される色にできる限り近くマッチさせて自然画が記録される方法を提供するとものである。この方法は、自然画とコンピュータで生成された画像を統一して扱うことにより、２つの画像条件に対し同一の方法が使用できるものである。更に、本発明は、生成装置の色域に含まれる複数の色が出力装置の色域外にある域外色であるような、カラー画像生成装置とカラー画像出力装置との間で不一致の色域を有するコンピュータグラフィックシステムにおいて、生成装置の色を出力装置の色へマッピングする方法を提供する。生成装置の基本色の最大色成分を持つ色で彩られる域外色において、鮮明な生成装置の色（飽和生成色ともいう）は生成装置が表現する鮮明な色に近い測色の色以外の出力装置が表現する各色にマップされる。コンピュータで生成された画像をより満足する提供を達成するために、鮮明な生成装置の色は、まず、上記の測色の色に近い色よりも鮮明な出力装置の色（飽和出力色ともいう）にマップされる。本実施形態では、鮮明な生成装置の色は鮮明な出力装置の色にマップされる。よって、カラーＣＲＴモニターとカラープリンタの場合、例えば、鮮明な黄の表示について言及すると、モニタ表示における鮮明な黄は従来技術の典型である薄い緑に近い測色（しかし、視覚的には心地良さが少ない）の色のかわりに鮮明なプリンタの黄にマップされる。鮮明な生成装置の色の域外色は、平均的な色にマッピングかつ（あるいは）変換される、ここで、平均的な色とは１）生成装置の少なくとも１つ（好ましくは１つ以上）の鮮明な色に近い色から第１の出力装置の少なくとも１つの色へマップした色、２）出力装置の域外色ではない色に近い少なくとも１つ（好ましくは１つ以上）の色のことである。

【図面の簡単な説明】

本発明は、以下の添付の図面と実施形態から一層理解されるであろう。その図面としては、
図１は生成装置が表現する色と出力装置の測定の部分を示すＲＧＢ立方体の外観図である。
図２は本発明に係るカラーマッピング方法の概略図である。

実施形態の詳細な説明

本発明は任意の生成装置と出力装置の間でカラーマッピングに適用可能である。しかしながら、説明を簡単にするために、本発明では、ＣＲＴ色空間からプリンタ色空間へ変換するための補間テーブルの構成に関して説明する。

本発明について簡単に説明すると、まず、ある装置の独立した色空間、例えば、Ｌ＊ａ＊ｂ＊色空間において、記録可能な色が測定される。次に、ＣＲＴで参照されるいくつかの色から色範囲外の色、つまり、黒から表示される彩色までの色、その間の色、その彩色から白までの色、その間の色からなる色が算出される。その算出結果によって、数学的な関係の配置を用いたＣＲＴ色空間における色の座標からＬ＊ａ＊ｂ＊色空間における色の座標を決定する。ＣＲＴ色空間として選択する好適な色空間は、ＣＣＩＲ７０９や「較正されたＲＧＢ色空間」として知られる色空間によって定義された色空間であるが、他の色空間を使用することも可能である。ユーザが鮮明なＣＲＴの色を要求する場合に、ユーザが得たい記録可能な色に基づいて色の彩度が割り当てられる。この割り当てに基づいて、算出されたＬ＊ａ＊ｂ＊色空間座標の色がプリンタの色に割り当てられる。この割り当ては、ＣＲＴの色域の範囲から外れるプリンタが表現する色を与える。

次に、すべての色が利用可能な特定色空間のサブサンプルからテーブルが生成される。このテーブルは、サブサンプル色をＣＲＴ色空間から参照色空間へ変換する。例えば、０から２５５階調の８ビットによって表現される各色の組み合わせからなる較正されたＲＧＢ色空間の場合、サブサンプリングは、上位４ビットの組み合わせを変えて得られた成分の色だけでサンプルを行う。この結果、テーブルは、対象とするプリンタの色域内では記録可能な色に近い色が記入され、プリンタの域外色の色は、彩度が指定された色の外側の色と記録可能な色の平均によって表現される。要求された色は参照色空間（例えば、較正されたＲＧＢ色空間）に変換され、テーブルが参照され、その結果として得られる色仕様がプリンタに送られる。

マッピンッグ表現は、幾何学的に表現されても良い。図１を参照すると、各格子点が３次元（３Ｄ）ルックアップテーブル上の入力を表現している。３次元ルックアップテーブルにおける立方体は、生成装置で利用可能なすべての色を表現している。３次元ルックアップテーブル上の点は、測色法によって定義される出力装置の利用可能な色を表現している。３次元ルックアップテーブルで表現される色空間の外壁には、生成装置の色空間から出力装置の色空間へのマッピングが割り当てられる。点領域内に各格子点を割り当てられたルックアップテーブル値は、測色法によって測定されたデータによって補間される。また、点領域上でもなく、色空間の外壁にもない格子点に割り当てられたルックアップテーブル値には、外壁上の値に近い値と点領域上の値に近い値との間の値が割り当てられている。

一般的に、生成装置の色空間から出力装置の色空間へのマッピングは、出力装置で利用可能な色を測定するステップ、生成装置の彩度を表現するために使用される「合成」色を生成するステップ、生成装置の色と出力装置の色を関係づける３次元ルックアップテーブルを構築するステップ、ルックアップテーブルを使用して生成装置の色空間から出力装置の色空間へ特定の色を変換するステップの各ステップが含まれる。これらの各ステップについて詳述する。

＜出力装置で利用可能な色の測定＞

まず、最初に、出力装置の色域が、量的に表現できないと仮定する。これは、出力装置の色域を正確に特徴づけるために、出力装置により生成される色をデバイとは独立した色空間（例えば、Ｌ＊ａ＊ｂ＊色空間）において測定する。この測定される色は、出力装置のすべての色が表現されるために多くの基本色と、２次的な色、混合色、無彩色（グレー）を含むべきである。例えば、カラーインクジェットプリンタの場合、正確なカラーマッチングを達成するために数百回の測定がなされる。

第１のルックアップテーブルは、出力装置に送る色仕様（例えば、ＣＭＹＫ）に従ってＬ＊ａ＊ｂ＊色が特徴づけられて構築される。その結果、多くの色仕様の組（Ｌ＊ａ＊ｂ＊、ＣＭＹＫ）が得られる。第１のルックアップテーブル内における色仕様の組の順序は重

要ではない。
＜生成装置の彩度を表す合成色の生成＞
次のステップは、彩色の終点の確認である。即ち、生成装置の鮮明な基本色、あるいは２次的な要求がされた時、出力装置のどの色を用いるかを決定する。しかしながら、この決定は、従来技術としての測色によって行われるというよりも、むしろ視覚的によって行われる。例えば、コンピュータが生成するカラーイメージがそれぞれ６つの彩度（赤、緑、青、シアン、マゼンタ、黄）の内の１つを用いており、プリンタの別の色を用いて表現される。ＣＲＴ上で表現される原画像と異なるプリンタ上の画像が、多くのユーザに対して最も心地良く一致していると判断されるように多くのユーザに提供される。これらの色は「合成」色と呼ばれる。なぜなら、これらの彩色の終点に一致させることは、人工的に一致するように描かれたものであり、自然的な測色の一致ではないからである。本実施形態によれば、例えば、合成色は以下のＲＧＢ色空間で特定される。

```
長終点[6][3] ＝｛ ｛２５５，１５，１５｝／＊赤の飽和値＊／
                ｛２５５，２５５，１５｝／＊黄の飽和値＊／
                ｛６０，２５５，６０｝／＊緑の飽和値＊／
                ｛１００，２５５，６０｝／＊緑の飽和値＊／
                ｛１５，１２７，２５５｝／＊青の飽和値＊／
                ｛２５５，３１，２５５｝｝；／＊マゼンタの飽和値＊／
```

この合成色を使うことで、生成装置の色空間の境界外が補間によって生成される。このデータの生成のために用いられるステップサイズは、最終的に生成されるマッピングテーブルにおいて用いられるステップサイズと同じにすべきである。本実施形態では、例えば、ステップサイズを１５とする。換言すれば、どのような次元でも、隣接したルックアップテーブルの隣接した入力を、アドレスするのに用いられる色成分値は、このステップサイズにより異なる。
基本（１次）と２次の鮮明な色は、黒から６つの鮮明な色のそれぞれに向かって進めていき、黒と上述のマッピングによって決定された色（「合成」色）との間を補間することにより作成される。例えば、図１では、Ｘがマークされている格子点によって表現される色は、鮮明な色から上述の直接補間された色の間に存在する。ここで、図１の格子点Ａによって表現される色は、以下の式によって補間される。
Ａ＝黒×８／１２＋黄×４／１２＝４／１２［２５５，２５５，１５］
それぞれのステップにおいて、色空間の外壁に割り当てられた値に相当するルックアップテーブルの位置を満たすために、基本色と２次的な色の間にあるそれぞれの混色が補間される（赤から黄、黄から緑、緑からシアン、シアンから青、青からマゼンタ、マゼンタから赤）。例えば、図１では、○がマークされている格子点によって表現される色は、上述の補間された色とそれ以前に補間されれた鮮明な色の間に存在する。
一度、ステップによって黒から彩度へ到達すると、その彩度から白へステップする処理が繰り返される。この処理の結果、色空間の外壁に相当するルックアップテーブルの位置に値が割り当てられる。
＜ルックアップテーブルの構築＞
生成装置の彩度のための合成色を生成後、合成カラーデータから生成される入力値が部分的にルックアップテーブルに配置される。ルックアップテーブルの入力の残った部分は、測定されたデータと合成データに基づいて生成される。各ステップにおいて、生成色のための装置を独立した色仕様（Ｌ＊ａ＊ｂ＊）は、周知の数学的な関係の一つを用いて算出される。
装置とは独立した色空間における生成装置の色（以下、生成色ともいう）とそれに最も近い測定された出力装置の色（以下、出力色ともいう）の間の距離に従って、その色が出力装置によって再現可能な色であるか否かが判定される。生成色とそれぞれ測定された出力

色の間におけるユークリッド幾何学距離（あるいは、色距離、ΔＥ）が順番に算出される。そして、いくつかの最も出力色に近い色がコンピュータのスクラッチパッド領域に最も近いものから最も離れたものへと順番に保持される。本実施形態によれば、例えば、２０個の測定された最も近い出力色が保持される。同時に、生成色とそれぞれの装置の合成色の間の色距離が順番に算出される。そして、いくつかの装置の合成色に近い色がコンピュータのスクラッチパッド領域に最も近いものから最も離れたものへと順番に保持される。本実施形態によれば、例えば、３個の最も近い合成出力色が保持される。

生成色から最も近い出力色までの距離が所定の閾値（本実施形態では０．８が好ましい）より等しいかそれより小さい場合、その出力色が生成色と正確に適合しているとみなされる。そして、出力色の出力装置の色仕様（ＣＭＹＫ）と等価な色表現（ＲＧＢ）がルックアップテーブルに入力される。

生成色から最も近い出力色までの距離が所定の閾値（本実施形態では０．８が好ましい）より大きい場合、その出力色が生成色と正確に適合していないとみなされる。そして、四面体を形成する出力色の点に近い４つの点が存在する場合は、生成色のためのルックアップテーブル値が、その４点間を補間することにより算出される。

四面体を補間するための様々な方法が従来技術として知られており、本発明でそれらを用いても良い。それらの方法の１つのハンガリー（Hung）で開示されており、「ルックアップテーブルの形成及び補間を用いた電子画像形成装置における測色調整」（Colorimetric calibration in electronic imaging devices using a look-uptable model and interpolations）、エレクトリックイメージングジャーナル２（１）（Jounal of Electronic Imaging 2(1)）、５３－６１（１９９３年６月）を参照されたい。この方法によれば、以下に示す関数に従って、異なる４点によって形成される４面体に点が含まれるか否かを判定するための逆行列が用いられる。

$$\begin{bmatrix}\alpha\\ \beta\\ \gamma\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}r_1-r_0 & r_2-r_0 & r_3-r_0\\ g_1-g_0 & g_2-g_0 & g_3-g_0\\ b_1-b_0 & b_2-b_0 & b_3-b_0\end{bmatrix}^{-1}\bullet\begin{bmatrix}r_p\\ g_p\\ b_p\end{bmatrix}$$

$$\alpha\geq 0,\beta\geq 0,\gamma\geq 0,and\quad \alpha+\beta+\gamma\leq 1$$

まず、最初に、スクラッチパッドメモリに記憶される４つの近接点、つまり、生成色の点において４面体を形成する点が見つかるまで、あるいは点が尽きるまで点順列のそれぞれが順番にチェックされる。例えば、生成色の点において４面体を形成する４点が見つからない場合、生成色は出力装置で表現可能ではないと判定され後述の処理がなされる。以下に示すように、２０個の測定された出力色に近い色の点が順番にチェックされる。

1 1 1 1
2 , 2 , 2 … 2
3 3 3 3
4 5 6 ２０

必要ならば

1 1 1 1
2 , 2 , 2 … 2
4 4 4 4
5 6 7 ２０

を続けて行う。

生成色の点が合成色の点の１つである場合は、生成された点は直接用いられる。合成データを生成したステップは、マッピングテーブルを生成するのに使用されるステップと同じであるから、生成装置のための色空間の外壁に沿って存在する色に正確に一致することになる。
生成装置の外壁上に存在せず、かつ出力装置の記録可能な範囲内に生成装置の色の点がない場合は、生成された色に近い３つの色と生成装置の色に近い３つの色が選択され、その生成装置の色の点のための色を生成するために重みづけされた補間が実行される。
本発明のカラーマッピングアレンジメントは、図２を参照することで要約される。生成装置の色は、プリンタや他の出力装置によって適用可能な色と、出力装置によって適用不可能な（色域に含まれない）色を含んでいる。出力色は、生成色を表現可能な色と一致する測色関係を有する実色と、ユーザの主観的な好みに基づく値を割り当て、生成色を表現不可能な色と一致する測色関係を持たない合成色を含んでいる。実色の間から正確に適合する生成色が存在するときは、それぞれの色仕様が直接用いられる。生成装置の色空間の外壁上の生成色に対しては、合成色の間から正確に一致する色を見つける。これらの値が、カラールックアップテーブルに入力され、直接用いられる。
実色の間から正確に適合しない色を除く適用可能と判定される色に対しては、実色に近い４つの色間を補間することにより値が得られる。最終的には、正確に一致しない色と適用不可能であると判定される色に対しては、実色に近い３つの色と３つの最も近い合成色の間を補間することで、その値が得られる。
＜ルックアップテーブルの使用＞
生成装置の色仕様に基づいて出力装置の色を参照するためにマッピングテーブルが用いられる。カラーマッピングテーブルは再現可能なすべての色の部分集合であるから、生成装置の色仕様によって隣接点が選択され、出力装置の色仕様を提供するためにこれらが補間されている。いくつかの適当な補間方法が周知の技術として知られている。本発明の実施形態では、完全なルックアップテーブルをシミュレートするための３つの線を用いた補間を用いるが、他の補間方法を用いることも可能である。
本発明が、その精神あるいは要素となる特徴から逸脱することなく、他の特定の形態で表現可能であることが、通常の当業者により理解されるであろう。それゆえ、本実施形態の開示は実例となるあらゆる点が考慮されているが、これに限定されるものではない。また、本発明の範囲は上述の説明よりもむしろ添付した請求項によって示され、請求項の等価の範囲、意味内となるあらゆる変更は、請求項を包含するものと示唆される。

【図１】

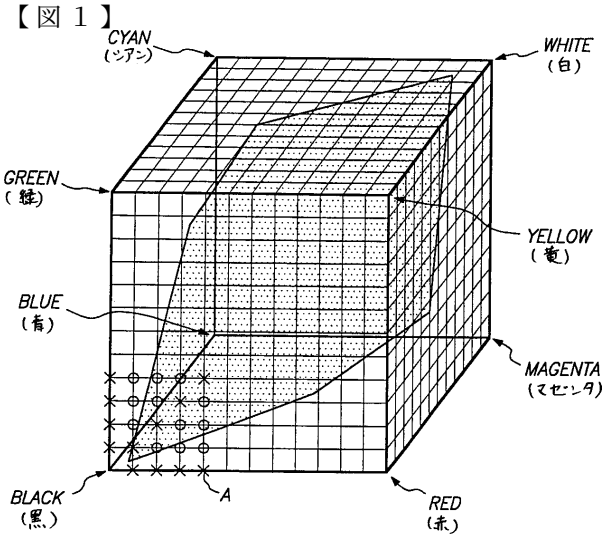

FIG. 1

【図２】

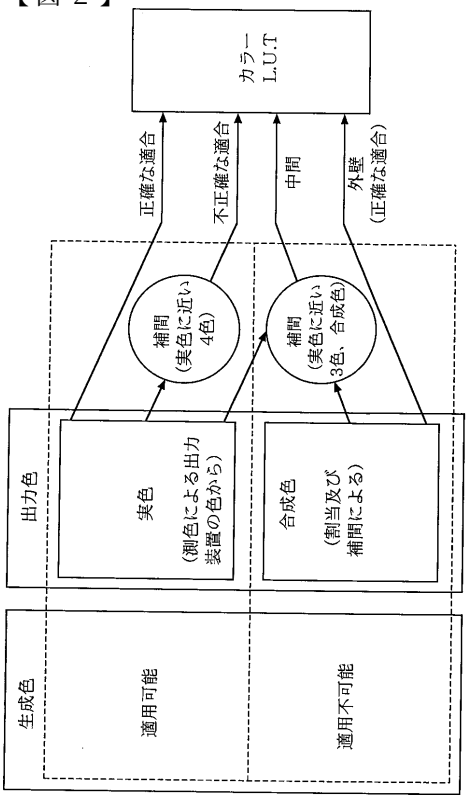

FIG. 2

フロントページの続き

審査官　仲間　晃

(56)参考文献　特開平０２－２２６８７０（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－３２８１１９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H04N 1/60
H04N 1/46
G09G 5/00