

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4038687号
(P4038687)

(45) 発行日 平成20年1月30日 (2008. 1. 30)

(24) 登録日 平成19年11月16日 (2007. 11. 16)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 9 G 3 / 2 0 (2006. 01)

G 0 9 G 3 / 3 6 (2006. 01)

G 0 9 G 5 / 0 2 (2006. 01)

G 0 9 G 3 / 2 0 6 6 O R

G 0 9 G 3 / 2 0 6 1 1 F

G 0 9 G 3 / 2 0 6 3 2 G

G 0 9 G 3 / 2 0 6 4 2 J

G 0 9 G 3 / 2 0 6 5 O M

請求項の数 30 (全 30 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-517868 (P2003-517868)
 (86) (22) 出願日 平成14年7月30日 (2002. 7. 30)
 (65) 公表番号 特表2004-537763 (P2004-537763A)
 (43) 公表日 平成16年12月16日 (2004. 12. 16)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2002/024821
 (87) 国際公開番号 W02003/012772
 (87) 国際公開日 平成15年2月13日 (2003. 2. 13)
 審査請求日 平成16年6月7日 (2004. 6. 7)
 (31) 優先権主張番号 60/309, 856
 (32) 優先日 平成13年8月3日 (2001. 8. 3)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 10/205, 864
 (32) 優先日 平成14年7月24日 (2002. 7. 24)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 504043679
 ウォーターストライク インコーポレーテッド
 アメリカ合衆国 55331 ミネソタ
 エクセルシオ エクセルシオ ブールバード 684 スイート 100
 (74) 代理人 100068618
 弁理士 萼 経夫
 (74) 代理人 100104145
 弁理士 宮崎 嘉夫
 (74) 代理人 100109690
 弁理士 小野塚 薫
 (74) 代理人 100131266
 弁理士 ▲高▼ 昌宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基礎表示画像の機密保護下での視認を提供するための順次式反転暗号化法を用いた画像変更装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

視認者による基礎表示画像の機密保護下での視認を提供するための画像変更装置であって、

前記画像変更装置は、

- a . 複数の画素を含むディスプレイと、
- b . 前記ディスプレイに、前記画素のそれぞれに対応する複数の色成分を有する基礎画像を生成する手段と、
- c . 前記画素のそれぞれに対応する複数の合成色成分を含んだ、前記基礎画像がマスクされる合成画像を生成するために、前記基礎画像を変更する手段と、
- d . 前記視認者のみによる視認のために、前記合成画像から前記基礎画像を抽出する手段と、を含み、

前記複数の合成色成分は、それぞれ、前記色成分に対応する少なくとも1つのマスク用色成分と時間多重化される少なくとも1つの前記色成分と少なくとも1つの前記マスク用色成分を含み、それぞれの前記画素に対応し、少なくとも1つの前記色成分が同一の前記画素に対応する残りの前記色成分と常に位相をずらして表示される表示シーケンスを有することを特徴とする画像変更装置。

【請求項 2】

それぞれの前記マスク用色成分は、該マスク用色成分に対応する前記色成分と同一の波長を有することを特徴とする請求項 1 に記載の画像変更装置。

【請求項 3】

それぞれの前記マスク用色成分は、該マスク用色成分に対応する前記色成分の反転色成分から構成され、それによって前記合成画像が生成されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像変更装置。

【請求項 4】

それぞれの前記反転色成分は、対応する前記色成分の関数として決定される強度を有し、すべての前記色成分および該色成分に対応する前記反転色成分の前記強度の時間重み付き平均が、前記合成画像のそれぞれの前記合成色成分についてほぼ同一であることを特徴とする請求項 3 に記載の画像変更装置。

【請求項 5】

それぞれの前記合成色成分は、前記色成分に対応する少なくとも 1 つの前記マスク用色成分と交互に時間多重化される少なくとも 1 つの前記色成分を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の画像変更装置。

【請求項 6】

それぞれの前記画素に対応する前記複数の合成色成分は、1 つの前記合成色成分の少なくとも 1 つの前記色成分が同一の前記画素に対応する他の前記合成色成分の前記色成分と位相がずれているような、巡回的表示シーケンスを有することを特徴とする請求項 5 に記載の画像変更装置。

【請求項 7】

それぞれの前記合成色成分は、前記色成分に対応する少なくとも 1 つの前記マスク用色成分とランダムに時間多重化される少なくとも 1 つの前記色成分を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の画像変更装置。

【請求項 8】

それぞれの前記合成色成分は、前記色成分に対応する少なくとも 1 つの前記マスク用色成分と順次的に時間多重化される少なくとも 1 つの前記色成分を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の画像変更装置。

【請求項 9】

それぞれの前記画素に対応するそれぞれの前記合成色成分のそれぞれの前記色成分は、同一の前記画素に対応する他の前記合成色成分のそれぞれの前記色成分に引き続いて、対応する前記マスク用色成分と時間多重化されることを特徴とする請求項 8 に記載の画像変更装置。

【請求項 10】

それぞれの前記画素における前記複数の合成色成分は、1 つの前記合成色成分の少なくとも 1 つの前記色成分が同一の前記画素に対応する他の前記合成色成分の前記色成分と位相がずれているような、巡回的表示シーケンスを有することを特徴とする請求項 8 に記載の画像変更装置。

【請求項 11】

それぞれの前記画素における前記複数の合成色成分は、1 つの前記合成色成分の少なくとも 1 つの前記マスク用色成分が同一の前記画素に対応する他の前記合成色成分の前記マスク用色成分と位相がずれているような、巡回的表示シーケンスを有することを特徴とする請求項 8 に記載の画像変更装置。

【請求項 12】

前記基礎画像を抽出する手段は、前記合成画像のそれぞれの前記マスク用色成分を前記視認者による視認から遮断するように同期した少なくとも 1 つのカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の画像変更装置。

【請求項 13】

前記ディスプレイ上に積層画像を生成する手段を含み、前記積層画像は、肉眼に対して前記合成画像上に積層されているように見える可視の画像を生成するために、積層色成分に対応する前記合成色成分と時間多重化される少なくとも 1 つの前記積層色成分を有することを特徴とする請求項 3 に記載の画像変更装置。

10

20

30

40

50

【請求項 14】

前記積層画像は、それぞれの前記画素に対応する複数の積層色成分を含み、前記積層画像の少なくとも1つの前記積層色成分は、同一の前記画素に対応する残りの前記積層色成分と位相をずらして表示されることを特徴とする請求項13に記載の画像変更装置。

【請求項 15】

前記複数の画素は、前記ディスプレイの一部のみを覆うことを特徴とする請求項1に記載の画像変更装置。

【請求項 16】

それぞれの前記画素に対応する前記複数の合成色成分は、次の表に従って決定される巡回的表示シーケンスを有し、

10

【表 1】

R_F	R_I	R_I
G_I	G_F	G_I
B_I	B_I	B_F

a. ここで、 R_F 、 G_F 、および B_F は、前記基礎画像の赤、緑、および青の色にそれぞれ対応する前記色成分を表し、

b. R_I 、 G_I 、および B_I は、それぞれ前記色成分 R_F 、 G_F 、および B_F の、対応する赤、緑、青の前記反転色成分を表す

20

ことを特徴とする請求項3に記載の画像変更装置。

【請求項 17】

前記合成画像から前記基礎画像を抽出する手段は、前記合成色成分の前記表示シーケンスと同期して、前記合成画像のそれぞれの前記反転色成分を前記視認者による視認から遮断する赤、緑、および青のカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項16に記載の画像変更装置。

【請求項 18】

それぞれの前記画素に対応する前記複数の合成色成分は、次の表に従って決定される巡回的表示シーケンスを有し、

【表 2】

30

R_F	R_F	R_I
G_F	G_I	G_F
B_I	B_F	B_F

a. ここで、 R_F 、 G_F 、および B_F は、前記基礎画像の赤、緑、および青の色にそれぞれ対応する前記色成分を表し、

b. R_I 、 G_I 、および B_I は、それぞれ前記色成分 R_F 、 G_F 、および B_F の、対応する赤、緑、青の前記反転色成分を表す

ことを特徴とする請求項3に記載の画像変更装置。

【請求項 19】

40

前記合成画像から前記基礎画像を抽出する手段は、前記合成色成分の前記表示シーケンスと同期して、前記合成画像のそれぞれの前記反転色成分を前記視認者による視認から遮断する黄、マゼンタ、およびシアンのカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項18に記載の画像変更装置。

【請求項 20】

それぞれの前記画素に対応する前記複数の合成色成分は、次の表に従って決定される巡回的表示シーケンスを有し、

【表 3】

R_F	R_I
G_F	G_I
B_F	B_I

a . ここで、 R_F 、 G_F 、および B_F は、前記基礎画像の赤、緑、および青の色にそれぞれ対応する前記色成分を表し、

b . R_I 、 G_I 、および B_I は、それぞれ前記色成分 R_F 、 G_F 、および B_F の、対応する赤、緑、青の前記反転色成分を表す

ことを特徴とする請求項 3 に記載の画像変更装置。

10

【請求項 2 1】

前記基礎画像を抽出する手段は、前記合成色成分の前記表示シーケンスと同期して交互に切り替り、前記合成画像の前記反転色成分を前記視認者による視認から遮断するマゼンタのカラーフィルタおよび緑のカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項 2 0 に記載の画像変更装置。

【請求項 2 2】

それぞれの前記画素に対応する前記複数の合成色成分は、次の表に従って決定される巡回的表示シーケンスを有し、

【表 4】

R_F	R_I
G_F	G_I
B_I	B_F

20

a . ここで、 R_F 、 G_F 、および B_F は、前記基礎画像の赤、緑、および青の色にそれぞれ対応する前記色成分を表し、

b . R_I 、 G_I 、および B_I は、それぞれ前記色成分 R_F 、 G_F 、および B_F の、対応する赤、緑、青の前記反転色成分を表す

ことを特徴とする請求項 3 に記載の画像変更装置。

【請求項 2 3】

30

前記基礎画像を抽出する手段は、前記合成色成分の前記表示シーケンスと同期して交互に切り替り、前記合成画像の前記反転色成分を前記視認者による視認から遮断する黄のカラーフィルタおよび青のカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項 2 2 に記載の画像変更装置。

【請求項 2 4】

それぞれの前記画素に対応する前記複数の合成色成分は、次の表に従って決定される巡回的表示シーケンスを有し、

【表 5】

R_I	R_F
G_F	G_I
B_F	B_I

40

a . ここで、 R_F 、 G_F 、および B_F は、前記基礎画像の赤、緑、および青の色にそれぞれ対応する前記色成分を表し、

b . R_I 、 G_I 、および B_I は、それぞれ前記色成分 R_F 、 G_F 、および B_F の、対応する赤、緑、青の前記反転色成分を表す

ことを特徴とする請求項 3 に記載の画像変更装置。

【請求項 2 5】

前記基礎画像を抽出する手段は、前記合成色成分の前記表示シーケンスと同期して交互

50

に切り替り、前記合成画像の前記反転色成分を前記視認者による視認から遮断するシアンのカラーフィルタおよび赤のカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項 24 に記載の画像変更装置。

【請求項 26】

肉眼に対して前記合成画像上に積層されているように見える可視の積層画像を生成する手段を含み、前記積層画像は、それぞれの前記画素に対応するそれぞれの前記合成色成分と時間多重化される対応する積層色成分を有し、それぞれの前記画素に対応する前記複数の合成色成分および対応する積層色成分は、次の表に従って決定される巡回的表示シーケンスを有し、

【表 6】

R_F	R_I	R_O
G_F	G_I	G_I
B_I	B_O	B_F

a. ここで、 R_F 、 G_F 、および B_F は、前記基礎画像の赤、緑、および青の色にそれぞれ対応する前記色成分を表し、

b. R_I 、 G_I 、および B_I は、それぞれ前記色成分 R_F 、 G_F 、および B_F の、対応する赤、緑、青の前記反転色成分を表し、

c. R_O 、 G_O 、および B_O は、前記積層画像の、それぞれ赤、緑、青の色に対応する前記積層色成分を表す

ことを特徴とする請求項 3 に記載の画像変更装置。

【請求項 27】

前記基礎画像を変更する手段は、前記合成画像を表す合成画像信号を生成可能な電子回路を含み、前記合成画像信号は、カラーデータ成分に対応する少なくとも 1 つの反転カラーデータ成分と時間多重化される少なくとも 1 つの前記カラーデータ成分からなる複数の合成カラーデータ成分を有し、それぞれの前記カラーデータ成分および前記対応する反転カラーデータ成分は、前記合成画像の 1 つの前記色成分および対応する前記反転色成分をそれぞれ表すことを特徴とする請求項 3 に記載の画像変更装置。

【請求項 28】

それぞれの前記反転カラーデータ成分は、前記合成画像信号の前記画素への送信によって前記ディスプレイ上に前記合成画像が生成されるように、前記対応するカラーデータ成分の大きさの関数として決定される大きさを有していることを特徴とする請求項 27 に記載の画像変更装置。

【請求項 29】

前記合成画像上に積層画像を生成する手段を含み、それぞれの前記画素に対応するそれぞれの前記合成カラーデータ成分は、同一の前記画素に対応する他の積層カラーデータ成分に対して順次的に前記画素に送信される、対応する前記積層カラーデータ成分を有することを特徴とする請求項 27 に記載の画像変更装置。

【請求項 30】

少なくとも 1 つの前記積層カラーデータ成分は、常に同一の前記画素に対応する残りの前記積層カラーデータ成分と位相をずらしてそれぞれの前記画素に送信されることを特徴とする請求項 29 に記載の画像変更装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般的には、ディスプレイ装置を機密保護の下で視認する (confidential viewing) 方法に関し、詳しくは、基礎表示画像 (fundamental display image) を変更し、表示対象の視認者のみが復号化してその基礎表示画像を機密保護下で視認することができるような、複雑かつほぼ特徴の無い (featureless) 画像を生成する装置および方法に

10

20

30

40

50

関する。

【背景技術】

【0002】

デスクトップコンピュータ、ラップトップコンピュータ、テレビ、および個人向けの娯楽用ビデオシステムのような種々のシステムのためのディスプレイ装置の使用が増加するにつれて、表示される内容の対象者のみが機密保護の下で視認する手段を提供し、無許可の視認者による視認の可能性をなくすことへの要望が増大している。

【0003】

長年に渡って、ディスプレイ装置の無許可の視認者による視認を防ぐために様々な装置が開発されてきた。最も単純な装置には、デスクトップコンピュータのディスプレイによく見られる“防眩性”のプライバシースクリーン、またはフードおよびシールド、またはその両方が含まれ、これらは、ディスプレイのほぼ正面にいる者だけにその視認を制限するものである。これらの装置は、ある程度の効果は奏するものの、肩越しにディスプレイを覗く者による視認を防ぐことはできず、安全とは言えない。

【0004】

1996年1月30日発行の特許文献1には、LCDスクリーンの上部偏光層を取り除くことが開示されている。これによって、ディスプレイは、偏光眼鏡をかけている者以外にとって“不可視”になる。しかし、偏光眼鏡、特に通常の偏光サングラスは誰もが入手可能であるため、このシステムは安全とはいえない。さらに、ディスプレイの機密表示モードと通常表示モードとの切り替えが容易ではなく、また、この手段はLCDスクリーンにのみ応用可能なものである。

【0005】

アイビーエム（IBM）も、最近の4件の特許でこの問題に取り組んでいる。1996年7月16日発行の特許文献2では、基礎表示画像を生成するために使用される原色に対してずれた波長を有する第2の“原色”の組を使用することによって、ディスプレイの表示を機密化することが開示されている。適切な比率で基礎表示画像と混合した場合、結果として生成される合成画像によって基礎表示画像がマスクされる。機密保護下での視認は、第2の原色の組を遮断して基礎表示画像の原色の組を通過させる専用の狭帯域フィルタ眼鏡を通して合成画像を見ることによって、達成される。しかし、この方法には多くの欠点がある。すなわち、この方法の欠点は、1) ずれた波長を有してそのスペクトルがほぼ重ならない二組の狭帯域の原色が必要であり、2) 波長のずれた二組の原色の画素を持った単一のディスプレイ装置は通常存在せず、仮に存在したとしても、一組の原色を使用するディスプレイと同等の実効解像度を保つためには二倍の画素数が必要になり、3) たとえばこの特許に記載されているようにビームスプリッタを使用して、2つの個別のディスプレイを配列または積層することは経済的な解決手段ではなく、また、大きな視差が生じることになり、4) 視認用の眼鏡は、波長のずれた第2の原色の組を遮断するために、帯域幅が狭くかつ正確に配置された3つのスペクトルノッチフィルタを必要とし、5) それでも、適切なフィルタ配列の眼鏡をかければ誰でも基礎表示画像を視認できることである。

【0006】

1997年3月25日発行の特許文献3では、ディスプレイと視認者との間にフラッシュライトのスクリーンを配置して、基礎表示画像をマスクすることが開示されている。機密保護下での視認は、光パルスを遮断するように同期して動作し、基礎表示画像の視認を可能にするLCDシャッターにより実施される。しかし、この方法は、ライトスクリーンの追加的な使用、したがって電力の増大を必要とし、また、ディスプレイ周辺のシャッター眼鏡をかけていない人にとって目障りなものになるおそれがある。

【0007】

1997年4月8日発行の特許文献4は、アイビーエムによる上述した2件の特許に類似するものである。この特許では、ディスプレイと視認者との間に、波長のずれた第2のライトスクリーンのマスクを導入することが提案されている。使用されるマスク用光源は

、基礎表示画像の原色とは衝突または干渉しない狭いスペクトル幅を有し、それによって、この波長のずれた光を狭帯域フィルタ眼鏡により吸収または遮蔽し、基礎表示画像が通過できるようにするものである。この方法は、上述した2件の特許が有する多くの限界を有している。

【0008】

1998年9月1日発行の特許文献5は、本質的にソフトウェアの応用であり、ディスプレイの種々の領域を選択的に遮蔽し、機密情報を覆うまたは隠すものである。画面全体を機密保護の下で視認する手段はなく、その安全性は、Microsoft(R) Windows(R) に元々備わっている機密保護機能、すなわち単にウィンドウのサイズを小さくして機密情報を隠すことよりも僅かに高いだけである。

10

【0009】

サンマイクロシステムズ(Sun Microsystems)もまた、1997年5月13日発行の特許文献6において、機密保護下での視認への要望に取り組んでいる。この特許では、予め設定されたフラッシュフレームの使用が提案されており、画像のデータフレームを表示する前に視認者の目に影響を及ぼすことによって、適切なシャッター眼鏡をかけていない無許可の視認者がディスプレイの表示内容を明瞭に読み取ることを妨げるものである。特許文献3と同様に、この特許では、基礎表示画像とは関係のない所定の隠蔽用“フラッシュ”の使用が提案されている。この方法によれば、画像を不明瞭にすることは可能なものの、全体的に特徴の無い画像であるとは言えず、また、適切な視覚補助具(eyewear)を装着していない人にとって目障りなものになるおそれがある。

20

【0010】

インテルコーポレーション(Intel Corporation)もまた、1999年10月5日発行の特許文献7において、この課題に取り組んでいる。この特許には、同じ場所において同じディスプレイを共用する複数のユーザーに対して、それらすべてのユーザーに適切な視覚補助具の装用が要求される場合に、個人データを表示する方法が記載されている。個々のユーザーの機密を保護することも、所望のデータをそのマスクデータで変更することによって達成することができ、このマスクパターンは、基礎表示画像とは関係のない、白黒画素の所定の静的パターンまたはランダムパターンのいずれかであり、互いの画像の対応する領域を不明瞭化するように設定されている。この方法は、画像をマスクする方法として全く不十分なものであり、特徴の無い画像を生成しないだけでなく、実時間のフルモーションビデオには適さない。

30

【0011】

これらに加えて、日本のオータケシン(Shin Ohtake)およびアオキヨシナオ(Yoshinao Aoki)は、1990年に、CRTディスプレイの文字をマスクすることについての実験結果を出版した。文字のマスクは、基礎フォント文字と実験によって決定されたマスクフォント文字との複数のテキスト画面を同期的に表示することによって達成された。機密保護下での視認は、マスクフォントを遮断するように同期したLCDシャッター眼鏡を通してディスプレイを見ることによって実施される。この方法は、文字に対してはある程度の成功を示したものの、フルカラーのグラフィックまたは画像には役立たない。

40

【0012】

オータケおよびアオキと同様に、ソニーは、1991年出願および1993年公開の特許文献8において、この課題に取り組んでいる。特許文献8には、表示対象画面を補色画面によって変更することが記載されている。しかし、後に詳述するように、画像をその反転色ではなく補色と混色しても、必ずしも特徴の無い画像は生成されない。

【0013】

東芝による1989年公開の特許文献9には、立体視の方法を画面の機密保護の方法に拡張することが開示されている。特許文献9では、左目用と右目用とに画像を分離することによって、合成された画像にブレを発生させ、機密性を向上させることが提案されている。同期した眼鏡を通して見ることによって、画像が立体化すると共にそのブレが補正される。しかし、実際には、合成された画像の特徴は、いくらかブレてはいるものの、明瞭

50

に判別可能である。

【 0 0 1 4 】

最後に、ヘッドマウントディスプレイは、その普及がますます進んでいるが、高価であり、また、使用者の周囲やコンピュータのキーボードが見難くなるおそれがある。

【特許文献 1】米国特許第 5, 4 8 8, 4 9 6 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 5, 5 3 7, 4 7 6 号明細書

【特許文献 3】米国特許第 5, 6 1 4, 9 2 0 号明細書

【特許文献 4】米国特許第 5, 6 1 9, 2 1 9 号明細書

【特許文献 5】米国特許第 5, 8 0 1, 6 9 7 号明細書

【特許文献 6】米国特許第 5, 6 2 9, 9 8 4 号明細書

【特許文献 7】米国特許第 5, 9 6 3, 3 7 1 号明細書

【特許文献 8】特開平 5 - 1 1 9 7 5 4 号公報

【特許文献 9】特開平 1 - 3 2 3 3 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 5 】

したがって、ディスプレイの機密保護のための単純かつ低コストであって効果的な手段への要望と先行技術の限界に鑑みて、取扱いが困難でコスト集約的な補助装置もしくは波長のずれたマスク用光源、またはその両方を要することなく、標準的ディスプレイ装置の機密保護下での視認を提供し、フルカラーかつフルモーションのグラフィックおよび画像のあらゆる応用例において使用可能な改善された手段が必要であることは明らかである。

【 0 0 1 6 】

以下に説明する本発明者による画像変更装置および方法は、実施のコストを最低限に抑えながら上記の目的を達成し、今日のディスプレイ装置における機密保護機能を大幅に向上させるものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 7 】

本発明に従って、基礎画像をその反転色画像と画素毎に時間多重化し、視認者の肉眼では識別できないほぼ特徴の無い合成画像をディスプレイ装置上に生成することによって、ディスプレイ装置の機密保護下での視認を提供する装置を説明する。表示対象の視認者は、同期した復号化用視覚補助具を使用することによって、他人による無許可の視認の危険にさらされることなく機密保護下での視認を実施するために、合成画像から基礎画像を抽出することができる。

【 0 0 1 8 】

最も重要なこととして、本発明は、複数の色生成画素からなる事実上すべての標準的なディスプレイ装置との関連において使用するために適用され、基礎画像の所望の機密保護下での視認を提供するための二次的な光源または追加的な隠蔽スクリーンを要しないことに注意されたい。

【 0 0 1 9 】

したがって、より具体的には、本発明は、標準的なディスプレイ装置と共に機能する画像変更装置であり、その画素には、可視画像の 1 つ以上の色成分を表示する手段が含まれる。本発明は、さらに、ディスプレイ装置のそれぞれの画素に対応する少なくとも 1 つのカラーデータ成分を有する基礎画像信号を生成するための画像信号発生器を含み、それぞれのカラーデータ成分は基礎画像の色成分を表すものである。

【 0 0 2 0 】

基礎画像の機密保護下での視認を提供するために、本発明は、基礎画像信号を変換してほぼ特徴の無い画像を表す合成画像信号を生成するための信号変換手段を含む。この信号変換手段は、電子的なハードウェアもしくはソフトウェアまたはその両方により構成することができ、基礎画像信号のそれぞれのカラーデータ成分を少なくとも 1 つの対応する反転カラーデータ成分と時間多重化することによって、合成画像信号を生成する。したがっ

10

20

30

40

50

て、生成される合成画像信号は、ディスプレイ装置によって使用されるそれぞれの画素に対応する1つまたは複数の合成カラーデータ成分からなり、それぞれの合成カラーデータ成分は、対応する反転カラーデータ成分と時間多重化されたカラーデータ成分からなる。

【0021】

特に重要なことに、それぞれの反転カラーデータ成分は、基礎画像信号の対応するカラーデータ成分からその関数として生成され、したがって、基礎画像信号の同一の色成分を表すものであることに注意されたい。さらに、信号電圧は、非線形とはいえ、画像の色強度に直接的に関連するため、それぞれの反転カラーデータ成分の大きさは、その反転カラーデータ成分に対応するカラーデータ成分の大きさの関数として決定され、その際、すべてのカラーデータ成分および対応する反転カラーデータ成分の大きさに対応する色強度の時間重み付き平均が、同一の画素に対応するそれぞれの合成カラーデータ成分についてほぼ同一になるように決定される。言い換えれば、それぞれの画素について、所定の表示フレームにおけるそれぞれの反転カラーデータ成分の計算された大きさは、生成される合成画像の対応する色成分のそれぞれの強度が、他のすべての色成分の強度とほぼ同一になるように設定される。

【0022】

基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分は、人間の目がそれらの切り替えを認知できない程度に十分高い周波数で時間多重化されるため、合成画像信号によって生成される画像のすべての色成分の強度は、それぞれの画素についてほぼ同一に見える。その結果、色または強度について画素毎の視認可能な変動はなく、生成される合成画像はほぼ特徴が無いように見える。したがって、基礎画像信号の個々のカラーデータ成分を、対応する反転カラーデータ成分と画素毎に時間多重化することによって、基礎画像は、計算された反転色画像と時間多重化され、視認者の肉眼に対してほぼ無彩色で特徴の無い合成画像が生成される。

【0023】

真の反転色またはその任意の色成分は、補色と同義ではないことに注意されたい。可視スペクトル域の任意の色をその補色と混色すると特定の明るさの白(a shade of white)が生成されるが、全画面を画素毎に混色した場合、様々な強度の白すなわち様々な明暗のグレー(shades of gray)を有する画像が生成される。したがって、画像をその補色と混合または多重化しても、コントラスト領域が区別できる可能性があるため(たとえば、明るい背景上の暗いテキストなど)、必ずしも完全にマスクされとは限らない。このため、ほぼ特徴の無い画像を本当に得るためには、画像またはその色成分を、その真の反転色と混色する必要がある。この場合、それぞれの画素に対して生成される合成画像のすべての色成分は、ほぼ等しい強度を有し、それによって、ほぼ特徴が無いように見える画像が生成される。

【0024】

上述した原理に従って、カラーデータ成分と反転カラーデータ成分との様々な多重化シーケンスを様々なデューティサイクルで使用して、無許可の視認に対して機密性および安全性の高い合成画像を生成することができる。交互反転暗号化法と呼ぶ1つの基本的な実施形態では、基礎画像信号のそれぞれのカラーデータ成分と対応する反転カラーデータ成分は、50%のデューティサイクルで交互に時間多重化される。この多重化は十分高い周波数で実施されて、人間の脳は、カラー成分と反転カラー成分によって生成される合成画像を、50%のグレーであってかつほぼ特徴のない単一の合成混合画像として解釈するものである。

【0025】

別の態様として、カラーデータ成分と反転カラーデータ成分の相対的な表示シーケンスを順次的またはランダムに変更するか、あるいは複数の反転カラーデータ成分と多重化するか、またはその両方を実施することによって、安全性を向上させて基礎画像の復号化をより精巧なものにすることもできる。たとえば、1つの好適な実施形態では、基礎画像信号のそれぞれのカラーデータ成分は、3分の1($1/3$)デューティサイクルを使用して

、一対の対応する反転カラーデータ成分と時間多重化される。上述したような基礎カラーデータ成分の大きさと反転カラーデータ成分の大きさとの関係を維持することによって、生成される合成画像は、肉眼にはほぼ特徴が無いように見える。さらに、基礎カラーデータ成分の表示シーケンスを順次的に変更することによって、ディスプレイのフリッカー（flicker）が低減し、また、基礎画像を見るために、より高度な技術である同期カラーフィルタの使用による復号化を要することによって、安全性がさらに向上する。勿論、多くの他の表示シーケンスおよび復号化システムを使用することもでき、それらは以下に詳述される。

【 0 0 2 6 】

さらに、ハードウェアとソフトウェアとの組み合わせによる信号変換手段を使用することもでき、それによって、ディスプレイの特定の領域のみを選択して暗号化し、ディスプレイの他の領域は全員に対して完全に可視のまま保持するといった柔軟性を有することが可能になる。また、信号変換手段を調整してディスプレイの選択された部分の強度レベルを変更し、高度な安全性を維持しながら、暗号化メッセージまたは“ S E C U R E ”や“ C O N F I D E N T I A L ”のような非暗号化メッセージを、ほぼ特徴の無い合成画像上に積層表示することもできる。さらに、コントラストもしくはデューティサイクルまたはその両方を調整することによって、ほぼ特徴の無い合成画像上に偽の画像を積層表示することができ、それによって、全体的な安全性がさらに向上する。

【 0 0 2 7 】

生成された合成画像から基礎画像を抽出して復号化するために、生成された合成画像の反転色成分のみを選択的に遮断して真の基礎色成分のみを通過させる同期 L C D シャッター、可変偏光子、または同様の同期カラーフィルタを組み込んだ専用の視覚補助具が使用される。基礎画像のすべての色成分が互いに同期して表示される基本システムでは、L C D シャッターまたは可変偏光子を使用して、ほぼ特徴の無い合成画像の反転色成分を効果的に遮断できる。しかし、基礎画像の色成分の表示シーケンスが順次的またはランダムに変更されるより高度なシステムでは、合成画像から基礎画像を復号化するために、より精巧に同期したカラーフィルタを使用する必要がある。

【 0 0 2 8 】

以上のように、本発明に係る改善された画像変更装置を使用することによって、高レベルの安全性が提供されることは明らかであり、コスト集約的な補助装置もしくは波長のずれたマスク用光源またはその両方を使用することなく、フルカラーのグラフィックまたは画像のすべての応用例において機密保護下での視認を提供するために使用することができ、コスト効率の良い画像変更装置が実現する。

【 0 0 2 9 】

本発明の上述した目的および利点や他の目的および利点は、添付図面と関連させて記載された以下の説明から十分に明らかになるであろう。なお、いくつかの図面を通じて同一または同様の部分は、同様の符号を付して参照する。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 3 0 】

本発明の説明をより分かり易くするために、まず、ディスプレイ装置によって発生する光に関連する“ 原色の加法混色 ” の概念とそれに対する人間の目の反応について簡潔に説明する。カラーテレビおよび C R T ディスプレイから、L C D スクリーン、プラズマディスプレイ等に至るまで、事実上すべての一般的なディスプレイ装置は、光の三原色、すなわち赤、青、緑の加法混色によって画像を生成している。ディスプレイ装置は、典型的には、画素（pixel）と呼ばれる何千もの小領域を有し、各画素は、その特定の位置において画像を表現する特定の色光を発生させる。また、各画素は、一般に、三つのさらに小さな領域または副画素（sub-pixel）の組からなり、各副画素は、蛍光体やカラーフィルタ等から形成されて、赤、青、緑の原色をそれぞれ発生させるものである。

【 0 0 3 1 】

ディスプレイ上に形成されたカラー画像を見る場合、人間の目は、赤、緑、青の副画素

10

20

30

40

50

を個別には感知しない。人間の目の中に存在して色を感知する錐体は、各原色成分の強度に応じて一定範囲内の様々な色がディスプレイの視認者に見えるようにこれらの原色に反応し、それらの色の組み合わせによって所望の画像が形成される。したがって、各副画素で発生する光の種々の強度に応じて、対応する画素には、人間の目には別の色のように見える合成光が生成される。所定の画素の赤、青、緑の各成分の強度が等しい場合、その画素には中間白色光 (neutral white light) が生成される。

【 0 0 3 2 】

前述したように、本明細書で使用される“反転”色または反転画像という用語は、補色の同義語ではないことに注意されたい。可視スペクトル域の任意の色をその補色と混色した場合、生成される色は特定の明るさの白である。しかし、画面全体を画素毎にその補色と混色した場合、生成される画像は、様々な強度の白すなわち様々な明暗のグレーからなる可能性が高い。これは、個々の赤、緑、青の成分の強度が、画素内または画素毎に様々であるためである。したがって、全画面を画素毎にその補色と混色すると、コントラスト領域を有する合成画像が生成され、視認者が基礎表示画像を（たとえば明るい背景上の暗いテキストのように）肉眼で見分けられる可能性が非常に高い。

【 0 0 3 3 】

それに対して、基礎表示画像とその真の反転色との混色では、基礎表示画像の特徴を示すコントラスト領域は残らない。これは、反転画像の個々の赤、緑、青の色成分の強度が適切に設定され、基礎表示画像と画素毎に混色したときに合成画像のすべての合成色成分（赤、緑、青）が全画素でほぼ同じ強度となるからである。したがって、それぞれの画素は、他のすべての画素とほぼ同一の強度の中間白色光を生成し、合成画像全体が肉眼にはほぼ特徴が無いように見えるものとなる。このような理由から、本発明は、基礎表示画像を完全にマスクして機密保護下での視認を提供するために、基礎表示画像をその真の反転画像と画素毎に混合または多重化することを目的とする。

【 0 0 3 4 】

上記の目的の達成は、所定の画素の位置に表示される色成分の強度が、その色成分を発生させる信号に比例しない場合があるという事実によって複雑化する。言い換えれば、色強度は、カラー生成信号の電圧に比例しない場合がある。むしろ、両者の典型的な関係は、「モニターガンマ」として周知の現象によって生じる非線形関係の1つである。ガンマ値（本明細書では、ギリシャ文字 γ によって示す）は、一般の陰極線管（CRT）ディスプレイの入力電圧とそれに対する出力強度との間に存在する非線形性を記述するものである。従来のCRTは、電圧に対してべき法則に従って応答する。すなわち、ディスプレイ上の輝度は、印加される電圧の γ 乗にほぼ比例する。反転の計算を実行する際には、この非線形性を考慮しなければならない。そうでない場合、特徴の無い画像は得られない。CRTディスプレイはすでに広く普及しているため、新しいLCDおよびプラズマディスプレイにも、互換性のためにしばしばこのようなガンマ値調整 (gamma scaling) が組み込まれている。

【 0 0 3 5 】

上記の目的を達成するため、本発明は、図1に示すように、画像信号発生器1（典型的には、パーソナルコンピュータ内のビデオディスプレイアダプタ）を含み、この画像信号発生器は、ディスプレイ装置3上に形成される基礎表示画像に対応する基礎画像信号を発生する。フルカラー表示のために、基礎画像信号は赤、緑、青のカラーデータ成分を含み、これらのカラーデータ成分は、画像信号発生器またはパーソナルコンピュータ1から、それぞれライン5、7、9に沿って出力される。基礎画像信号の各カラーデータ成分は、画像信号発生器1から信号変換手段11に送信され、少なくとも1つの対応する反転カラーデータ成分と時間多重化 (time multiplex) される。同期制御機構（同期コントローラ）13は、垂直同期信号に同期して、各カラーデータ成分の基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分との間の切り替え機能を実施し、それぞれの基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分の表示シーケンスパターンを制御するものである。したがって、画像信号発生器1からの垂直同期ライン15は、同期コントローラ13に入力されてそのクロ

ックとして機能し、同期コントローラ 13 からライン 17 に沿ってディスプレイ装置 3 に出力されてその垂直リフレッシュレートを制御する。従来と同様に、ディスプレイ装置 3 の水平同期を制御するために、画像信号発生器 1 からディスプレイ装置 3 に水平同期ライン 19 も設けられている。

【0036】

このとき、信号変換手段 11 から出力される合成画像信号は、ディスプレイ装置 3 に出力される赤、青、緑の多重化された合成カラーデータ成分からなる。図 1 に示すように、信号変換手段 11 によって生成される赤、緑、青の合成カラーデータ成分は、それぞれライン 21、23、25 に沿ってディスプレイ装置 3 に出力される。その結果、肉眼にはほぼ特徴が無いように見える変更された合成画像が表示される。変更された合成画像から基礎表示画像を復号化するため、後に詳述する専用の視覚補助具 37 が備えられている。視覚補助具 37 は、同期コントローラ 13 によって、多重化されたカラーデータ成分に同期するように制御され、合成画像の反転色成分を効果的に遮断して基礎表示画像を通過させるものである。

【0037】

信号変換手段 11 のハードウェアによる基本的な実施形態を、図 2 に示す。図 2 において、画像信号発生器 1 により生成された赤のアナログ基礎カラーデータ成分は、ライン 5 に沿ってアナログ - デジタル変換器 (ADC) 27 に送信され、ADC 27 は、赤の基礎カラーデータ成分を、ここでは V_{FR} で示す数値 (デジタル) 形式に変換する。このデジタルデータは、次に、ライン 29 に沿って赤用デジタルシグナルプロセッサ (DSP) 31 に入力される。DSP は、デジタルデータを高速に数値処理可能な高速デジタルプロセッサである。DSP 31 のコントローラ 33 は、DSP 31 に入力されるデジタルデータの処理を制御し、また、DSP 31 の入力側の ADC 27 および DSP 31 の出力側のデジタル - アナログ変換器 (DAC) 35 に接続されて、それぞれの変換のサンプリングレートも制御する。

【0038】

図 2 に示すように、ライン 29 上の赤のデジタル基礎カラーデータ成分 V_{FR} の入力は、ライン 38 で示すように処理されずに DSP 31 を通過するか、または、ライン 39 で示すように反転演算が施されて、入力デジタル信号がモニターガンマを考慮した次に示す反転公式に従って処理される。

$$V_{inv} = [V_{max}^Y - (V_{fund} + V_{off})^Y]^{(1/Y)}$$

ここで、 V_{inv} は反転電圧、 V_{max} は最大信号電圧、 V_{fund} は基礎カラーデータ成分の電圧、 V_{off} はモニターの黒レベルに合わせるためにオフセットポイントの微調整に使用されるオフセット電圧をそれぞれ示している。従来の CRT ディスプレイでは、ガンマ係数値は、通常 2.35 ~ 2.55 の範囲にある。

【0039】

上述したように、同期コントローラ 13 は、制御ライン 65 を介して DSP 31 に接続され、サンプリングされた赤の基礎カラーデータ成分の通過または反転の決定を制御し、画像信号発生器 1 から出力される垂直同期信号に同期してその決定を遂行する切り替え動作を実施して、適切な電圧信号 V_{outR} を出力する。

【0040】

したがって、同期コントローラ 13 のシーケンスロジックが、赤の基礎カラーデータ成分を変更せずに通過させることを要求した場合、入力デジタルデータ V_{FR} は、ライン 38 を通過してライン 41 上の V_{outR} として DAC 35 に出力される。他方、同期コントローラ 13 が、DSP 31 に対して、上式に従って赤の入力カラーデータ成分を反転するように要求した場合 (すなわち、 $V_{outR} = V_{IR}$)、サンプリングされたデータはライン 39 に沿って分岐し、そこで入力データの実時間デジタル反転が実施された後、ライン 41 に沿って DAC 35 に出力される。このようにして、同期コントローラ 13 によって設定される表示シーケンスに応じて、赤用 DSP 31 は、垂直同期ライン 15 を介して同期コントローラ 13 に入力される垂直同期パルスに同期して、入力基礎カラーデータ成分を通過さ

せるかまたは反転処理を実行する。

【 0 0 4 1 】

このようにして、DAC 35 の出力は、赤の基礎カラーデータ成分とその反転成分とが多重化された赤の合成カラーデータ成分となる。この多重化された赤の合成カラーデータ成分は、DAC 35 からビデオドライバ 43 に出力され、ビデオドライバ 43 は、DAC 35 からの出力をバッファリングし、図 1 に示すように、データをライン 21 に沿ってディスプレイ装置 3 に送信する。

【 0 0 4 2 】

同時に、基礎画像信号の緑のカラーデータ成分および青のカラーデータ成分も、同様に同期コントローラ 13 の制御によりシステムの垂直リフレッシュレートに同期して、それぞれ対応する反転カラーデータ成分と時間多重化される。緑のアナログ基礎カラーデータ成分は、ライン 7 に沿って ADC 45 に入力され、そこでデジタル信号 V_{FG} に変換されて緑用 DSP 47 に入力される。ここで、DSP 47 の構成および機能は DSP 31 と同一であり、同様の名称で参照する。したがって、同様の緑の合成カラーデータ成分が、DSP 47 から DAC 49 およびビデオドライバ 51 を通過してディスプレイ装置 3 に出力される。

【 0 0 4 3 】

青のアナログ基礎カラーデータ成分は、同様に、ライン 9 上の ADC 53 に入力され、デジタル信号 V_{FB} に変換されて、DSP 31 と同一の青用 DSP 55 に入力される。DSP 55 から出力される青の合成カラーデータ成分は、DAC 57 およびビデオドライバ 59 を通過し、アナログデータに再変換された青の合成カラーデータ成分がディスプレイ装置 3 に送信される。緑および青のデジタルカラーデータ成分の処理、およびそれぞれの変換サンプリングレートを制御するために、同様のコントローラ 61、63 が備えられている。

【 0 0 4 4 】

図 2 に示す基本的な実施形態では、コントローラ 13 のシーケンスロジックは、基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分とを交互に反転させて暗号化することを要求するように設定されていることに注意されたい。すなわち、基礎画像信号の赤、緑、および青のそれぞれの基礎カラーデータ成分は、同時に、50% のデューティサイクルで垂直リフレッシュレートに同期して、対応する反転カラーデータ成分と交互に時間多重化される。これを達成するため、同期コントローラ 13 は、各 DSP 31、47、55 に、それぞれ制御ライン 65、67、69 に沿って、同期した切り替え信号を送信し、それによって、各 DSP は、映像システムの垂直リフレッシュレートに同期して、基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分との間の切り替えを繰り返す。

【 0 0 4 5 】

このようにして、基本的な交互反転暗号化システムでは、任意の画素における表示シーケンスサイクルは、次の表 I に示すように表すことができる。

【表 1】

表 I

赤	R_F	R_I	R_F	R_I
緑	G_F	G_I	G_F	G_I
青	B_F	B_I	B_F	B_I
フレーム	n (1 番目の表示サイクル)	n+1	n+2	n+3 ... (2 番目の表示サイクル)

ここで、 R_F 、 G_F 、 B_F は、基礎画像の赤、緑、青のカラーデータ / 色成分、 R_I 、 G_I 、 B_I は、反転画像の赤、緑、青のカラーデータ / 色成分を表し、各フレーム期間（すなわち、垂直リフレッシュレート）は n 、 $n+1$ 、 $n+2$ 等で示されている。

【 0 0 4 6 】

表 I から、各画素に対応する基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分とは、それぞれのフレーム期間 n , $n + 1$, $\dots$ に渡って、交互に時間多重化されることが分かる。したがって、それぞれの画素について、合成色成分およびそれらからなる合成画像の平均強度は、基礎色成分と反転色成分の、それぞれのフレーム期間 T_F 、 T_I によって重み付けられた代数和として表すことができる。

$$I_{AVG} = T_F (R_F + G_F + B_F) + T_I (R_I + G_I + B_I)$$

デューティサイクルが 50 % の場合、 $I_I = I_{MAX} - I_F$ (ただし、 I_F 、 I_I 、 I_{MAX} は、それぞれ個々の色成分の基礎強度、反転強度、および最大強度を表す) とすると、平均強度は、

$$I_{AVG} = 0.5 (R_{MAX} + G_{MAX} + B_{MAX}) = 0.5 WHITE_{MAX} = 50\% GRAY$$

となる。

【 0 0 4 7 】

上式は、図 2 に示す信号変換手段 11 のデジタル信号処理を使用することの効果、代数式によって表すものである。したがって、各画素における基礎色成分と対応する反転色成分との時間重み付き平均強度はほぼ等しく ($0.5 I_{MAX}$)、人間の脳は、「加法混色」の原理に従って、ディスプレイの各画素においてほぼ等しい強度の中間白色光 (すなわち、50 % のグレー) を感知し、それによって、肉眼にはほぼ特徴が無いように見える合成画像が生成される。

【 0 0 4 8 】

基礎画像を、その単なる補色でなく、計算された反転色と多重化することの効果は、図 3 A、図 3 B、および図 4 の例によって明瞭に示される。図 3 A のグラフは、典型的なパーソナルコンピュータから典型的な CRT モニター ($\gamma = 2.5$) へ、テスト用基礎画像のカラーデータ成分 R_F 、 G_F 、 B_F について赤、緑、青の信号線に出力される実際の映像電圧信号 V_{red} 、 V_{green} 、 V_{blue} を示している。基礎画像 68 は、図 4 に示すカラー図の上側部分に描かれており、本発明の効果を示すために選択された色の虹状の縦配列である。

【 0 0 4 9 】

図 3 A のグラフは、テスト用基礎画像の 1 回の表示フレーム期間における、1 本の水平走査線上の赤、緑、青の電圧の変動を示している。これらの電圧は、全体として 0 ~ 0.7 ボルトの範囲内にあり、デジタル - アナログ変換器からの典型的な出力である。図 4 に示す各色に対する信号電圧の大きさは、図 3 A の描線に示されており、各色のデジタル値は、図 4 に示されている。図に記載されたデジタル値は 24 ビットシステムのものであり、このシステムでは、3 つの色成分のそれぞれは 8 ビットで表される。8 ビットの解像度の場合、0 ~ 255 で表される 256 の可能な階調が存在する。図 4 の上側に沿って記載された個々のカラー値によって、このカラー図の基礎画像部分に示された対応する色が生成される。

【 0 0 5 0 】

図 3 B のグラフは、図 3 A に示したものと同一の水平走査線に対して、反転画像のフレーム期間における、対応する反転カラーデータ成分 R_I 、 G_I 、 B_I のモニターガンマの効果 40 を考慮した電圧信号 V_{red} 、 V_{green} 、 V_{blue} を示している。この反転画像 70 は、図 4 の下側部分に示されている。図 4 の下側に沿って記載された個々のデジタルカラー値によって、このカラー図の反転画像部分に示された対応する色が生成される。この反転画像 70 が、表示フレームのリフレッシュレートで基礎画像と交互に表示される結果、50 % のグレーに見える均一かつ特徴の無い合成画像 72 が生成される。この 50 % グレーの特徴の無い合成画像 72 は、図 4 の中央部に示されており、そこでは、多重化画像領域において基礎画像と反転画像とが交差して重なり合っている。

【 0 0 5 1 】

以上の説明では、50 % のデューティサイクルを使用するものとしたが、所定の時間に渡る“平均の”デューティサイクルがほぼ 50 % に保たれている限り、基礎カラーデータ

10

20

30

40

50

成分と反転カラーデータ成分の相対的なフレーム期間を変動させてもよい。これは、任意の標準的なディスプレイ装置における通常のリフレッシュレートでは、人間の目は、基礎カラーデータ成分および反転カラーデータ成分によって生成される個々の画像を感知できないからである。基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分との平均表示デューティサイクルがほぼ50%に維持されている限り、感知された成分は脳によって混合され、基礎画像信号の全ダイナミックレンジに渡って、100%のマスクを得ることができる。ただし、基礎カラーデータ成分が表示されている時間が50%となるため、復号化される基礎画像の強度もそれに応じて低減することに注意されたい。

【0052】

交互反転暗号化を使用する基本システムにおいて、特徴の無い合成画像から基礎画像を復号化することは、専用のLCD(Liquid Crystal Display: 液晶表示装置)シャッター眼鏡37を使用することによって達成できる。図2に示すように、眼鏡37は、制御ライン71を介して同期コントローラ13に接続されており、この同期コントローラは、信号変換手段11内のDSP31、47、55による多重化も制御している。したがって、眼鏡37のシャッタースピードは、眼鏡を通してディスプレイを見たときに、合成画像の反転色成分が効果的に遮断され、それによって元の基礎画像に対応する基礎色成分のみが通過可能となるように、信号変換手段11の多重化回路に同期されている。

【0053】

より高レベルの安全性が必要な場合には、上述したように、基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分との相対的な表示フレーム期間(デューティサイクル)を変動させることによってそれを達成することができ、この場合、設定された表示サイクルを知らない限り、無許可の視認者が基礎画像を復号化することは事実上不可能になる。また、LCDシャッター眼鏡37は、DSP31、47、55の多重化シーケンスを制御する信号と同一の信号によって制御されるため、ランダムな多重化および同期を使用することもでき、この場合には、同期復号化のためにさらに複雑な方法が必要になる。加えて、眼鏡37に固有の電子セキュリティコードを持たせることや、その使用前にアクセスコードが必要であるようにすることもでき、それによって、システムの安全性がさらに向上する。

【0054】

基本的な交互反転暗号化法において、基礎画像を抽出する他の手段を考えることもでき、その手段では可変偏光子が使用される。この画像抽出方法は、『基礎表示画像の機密保護下での視認を提供するための画像変更装置および方法(Image Altering Apparatus and Method For Providing Confidential Viewing of a Fundamental Display Image)』と称する、本出願人による同時係属中の特許出願において詳細に説明されている。

【0055】

基本的な交互反転暗号化法は、高レベルの機密保護を安価に提供するものであるが、それでも、このシステムにはいくつかの限界がある。たとえば、機密保護下での視認のための同じタイプの別のシステムに同期したLCDシャッター眼鏡を装用した視認者には、情報の一部が識別できる可能性がある。ランダムな同期を使用する場合でさえ、画像は非常に不明瞭ではあっても、部分的なオーバーラップはあり得る。さらに、交互に表示される基礎色成分と反転色成分とをシャッター眼鏡を使用して復号化することによって、フリッカー(flicker)が視認される場合があり、フリッカーは、約70Hz以下の場合には目障りなものとなる。したがって、これを回避するために、このシステムは、好適には少なくとも140Hzのリフレッシュレートを使用するものであり、これは、今日の標準から見ても非常に高速である。

【0056】

本発明に従って、上述した両方の問題点に取り組む、好適かつより高度な他のシステムを考えることができ、本明細書では、それを順次式カラー反転暗号化という。この好適な方法では、基礎色成分を、対応する反転色成分と共に順次的に切り替えることが意図されている。このような方法の1つが、次の表IIに示されており、ここでは赤、緑、青の基礎

10

20

30

40

50

色成分が、対応する 1 組の反転色成分と共に、3 分の 1 (1 / 3) のデューティサイクルで順次的に切り替えられている (たとえば、 R_F 、 R_I 、 R_I)。

【 0 0 5 7 】

【表 2】

表 II

赤	R_F	R_I	R_I	R_F	R_I	R_I
緑	G_I	G_F	G_I	G_I	G_F	G_I
青	B_I	B_I	B_F	B_I	B_I	B_F
フレーム	n	n+1	n+2	n+3	n+4	n+5...
	(1 番目の表示サイクル)			(2 番目の表示サイクル)		

10

【 0 0 5 8 】

表IIから、各画素において、基礎色成分 R_F 、 G_F 、 B_F のそれぞれの表示は、対応する反転色成分と共に順次的に切り替えられるだけでなく、他の基礎色成分のそれぞれに対して段階的に引き継がれることが分かる。言い換えれば、1 回の全表示サイクルの間に、赤、緑、青の基礎色成分の 1 つは常に表示されているが、2 つの基礎色成分が同時に表示されることはない。

【 0 0 5 9 】

したがって、任意の時刻において、特徴の無い合成画像中には、基礎画像の基礎色成分の 1 つが常に存在している。このため、基本的な交互反転暗号化システムで発生したような、LCD シャッター眼鏡のオン / オフ動作によって生じるフリッカーは、このシステムでは完全に解消される。実際、そのような眼鏡を使用するためには、すべての基礎色成分が同時に表示されなければならないため、LCD シャッター眼鏡は、基礎画像を復号化する機能は果たさない。したがって、この好ましい別のシステムでは、より高度な復号化方法が必要となり、その詳細は後述する。

20

【 0 0 6 0 】

上記 3 分の 1 (1 / 3) デューティサイクルのシステムにおいて、与えられた基礎色成分に対する時間重み付き平均強度 (I_{AVG}) は、代数的に次のように表される。

30

$$I_{AVG} = 1 / 3 I_F + 2 / 3 I_I$$

ここで、 I_F および I_I は、それぞれ任意の与えられた基礎色成分の強度および対応する反転色成分の強度を表す。

【 0 0 6 1 】

基本システムと同様に、各画素における各基礎色成分とそれに対応する反転色成分の時間重み付き平均強度がほぼ同一であれば、生成される合成画像は肉眼にはほぼ特徴が無いように見える。さらに、各色成分の平均強度 I_{AVG} が、 $1 / 3 I_{MAX}$ I_{AVG} $2 / 3 I_{MAX}$ の範囲内で等しく保たれている限り、 I_F の全ダイナミックレンジに渡って、基礎画像の 100 % のマスクを得ることができる。言い換えれば、反転色成分の強度 I_I を適宜選択すれば、生成される合成画像の平均強度は 33 % グレーと 66 % グレーの間で変動するが、それでも、すべての画素において基礎画像の 100 % のマスクが提供される。たとえば、33 % グレー、50 % グレー、および 66 % グレーのいずれかの平均強度の特徴の無い合成画像が所望の場合、各反転色成分のそれぞれの強度レベルは、次のように算出することができる。

40

$$33\% \text{ グレー : } I_I = 1 / 2 (I_{MAX} - I_F)$$

$$50\% \text{ グレー : } I_I = 1 / 2 (1.5 I_{MAX} - I_F)$$

$$66\% \text{ グレー : } I_I = 1 / 2 (2 I_{MAX} - I_F)$$

【 0 0 6 2 】

ディスプレイ上の特徴の無い合成画像の平均強度を画素毎に変動させることができるため、このシステムの操作者は、積層表示されたテキストメッセージまたは画像のような特

50

徴を機密視認領域内に組み込むことができる。ディスプレイの選択された領域（すなわち、画素）に渡って平均強度を変動させることによって、“SECURE”もしくは“CONFIDENTIAL”のようなメッセージまたは偽の画像を、肉眼では読み取れるが基礎画像を復号化するための適切な視覚補助具を装用した場合には不可視になるように、特徴の無い合成画像に組み込んでよい。

【0063】

上記反転係数のいずれを使用しても、全ダイナミックレンジに渡って100%のマスクを得ることができるが、復号化の際の基礎画像の輝度または強度レベルは、基礎の輝度の3分の1（1/3）に低減することに注意されたい。さらに、3分の1のデューティサイクルの場合を説明したが、平均のデューティサイクルが3分の1（1/3）に保たれてい
10
れば、ランダムなシーケンスおよび別のフレーム期間を使用して、同じ結果を達成できることに注意されたい。繰返して説明すると、これは、人間の脳が、基礎色成分および反転色成分から標準的なディスプレイ装置の通常のリフレッシュレートで生成される個々の画像を感知することはできず、むしろ、そのような画像を混合するという事実によるものである。

【0064】

上記システムの一実施形態を図5に示す。図示されたように、順次式カラー反転暗号化法における信号変換手段89は、前述した基本的な方法における信号変換手段11とほぼ同一のものであり、対応する基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分を生成するために、同様のアナログ-デジタル変換用およびデジタル信号処理用の回路が使用されてい
20
る。図5に示す信号変換手段89で使用するすべての構成要素は、図2に示す基本的な方法で使用される構成要素と同一のものであるため、同様の符号を付して参照する。図5から、赤、緑、青のそれぞれの基礎カラーデータ成分は、信号発生器1から、同様の入力ライン5、7、9に沿って信号変換手段89に送信されることが分かる。基本的な方法の場合と同様に、それぞれのカラーデータ成分は、アナログ-デジタル変換器を通過してデジタルシグナルプロセッサに至り、ここで、入力信号は、後述する設定されたシーケンスロジックと反転基準に従って処理される。次いで、赤、緑、青のそれぞれの合成カラーデータ成分は、対応するデジタルシグナルプロセッサからデジタル-アナログ変換器に出力され、ここで、各データがアナログ信号に再変換され、ビデオドライバを通じてディスプレイ装置3に送信される。
30

【0065】

この方法を3分の1（1/3）デューティサイクルのシステム（たとえば、 R_F 、 R_I 、 R_I ）で実施する場合、DSP31、47、55で使用される反転公式を、生成される合成画像を視認するために選択された所望の平均強度（たとえば、33%グレー）に基づく適切な反転係数が適用されるように、調整しなければならない。一例として、図5に示す方法では、33%グレーの特徴の無い合成画像が生成されるように設定されている。このためには、反転係数を $I_I = 1/2 (I_{MAX} - I_F)$ とすることが必要であり、このシステムは、DSP31、47、55のコントローラ22、61、63内の基本反転公式を適切な係数に再設定し、各反転カラーデータ成分の大きさを所望の強度を与えるようにすることによって実施できる。システムの輝度の所望のレベル（たとえば、33%グレー、50%グレー、66%グレー）に応じて、反転公式を、各色成分の平均強度 I_{AVG} が $1/3 I_{MAX}$ I_{AVG} $2/3 I_{MAX}$ の範囲内の等しい所望のレベルに維持され、かつ、すべての画素において基礎画像の100%のマスクを与えるように変更することができる。モニターガンマ（ γ ）を考慮すると、前述した平均強度レベルに対して、対応する反転電圧は次のように算出される。
40

【0066】

【数 1】

$$33\% \text{ グレー: } V_{inv} = \left[\frac{V_{\max}^{\gamma} - (V_{fund} + V_{off})^{\gamma}}{2} \right]^{\frac{1}{\gamma}}$$

$$50\% \text{ グレー: } V_{inv} = \left[\frac{1.5 V_{\max}^{\gamma} - (V_{fund} + V_{off})^{\gamma}}{2} \right]^{\frac{1}{\gamma}}$$

$$66\% \text{ グレー: } V_{inv} = \left[\frac{2V_{\max}^{\gamma} - (V_{fund} + V_{off})^{\gamma}}{2} \right]^{\frac{1}{\gamma}}$$

10

【0067】

所望の反転係数が適切に設定されると、それぞれのカラーデータ成分を対応する反転カラーデータ成分と多重化することは、同期コントローラ13の制御下にあるDSP31、47、55によって達成できる。図2と同様に、図5に示す各DSPは、個別の制御ラインを介して同期コントローラ13に接続されている。すなわち、赤用DSP31はライン65を介して、緑用DSP47はライン67を介して、および青用DSP55はライン69を介して、同期コントローラ13に接続されている。各DSPに対するシーケンスロジックは個別に制御されるため、各基礎色成分および反転色成分の多重化および相対的な表示シーケンスを、ライン15上の垂直同期パルス入力に同期させて、コントローラ13により個別に制御できることが分かる。

20

【0068】

したがって、表IIに示す表示シーケンスに従えば、各画素に対して、赤、緑、青のそれぞれの基礎色成分は、3分の1(1/3)デューティサイクルで、スケール調整された1組の対応する反転色成分と順次的に切り替えられる。また、それぞれの色成分の表示シーケンスは、赤、青、緑の基礎色成分の表示が次から次へと段階的に引き継がれるように設定され、それによって、基礎色成分の1つは常に表示されているが、2つの基礎色成分が同時に表示されることはないことが確保される。これによって、表IIに示すように、任意の表示フレームの間に、各画素には、常に1つの基礎色成分が他の二色の反転色成分と共に表示されている。

30

【0069】

表IIに示すような形式で暗号化された画像は、フィールドシーケンシャルカラー(field sequential color)方式の撮像カメラにおいて一般に使用される液晶RGBカラーフィルタ、またはカラーLCDスクリーンに使用されるマトリックス型フィルタと同様な、同期シーケンシャルカラーフィルタを組み込んだ眼鏡を通じて復号化および視認することができる。このような場合、このシーケンシャルカラーフィルタは、適切な表示フレーム期間に同期して、1つの所望の基礎色成分のみを通過させ、他の2つの反転色成分を遮断するものである。

40

【0070】

たとえば、表IIを参照すると、赤のシーケンシャルカラーフィルタは、フレーム(n)において、 R_F を通過させて反転色成分 G_I および B_I を遮断するように順次的に同期している。同様に、2番目のフレーム(n+1)において、眼鏡の緑カラーフィルタは、緑の基礎色成分のみが視認できるように順次的に同期し、同期した青フィルタは、3番目のフレーム(n+2)において青の基礎色成分のみを通過させる。このサイクルの繰返しによって、ほぼ特徴の無い合成画像から基礎画像が効果的に復号化される。

【0071】

これを実現するため、図5に示すように、同期シーケンシャルカラーフィルタを組み込んだ眼鏡91は、同期コントローラ13に接続されてその制御下にある。眼鏡91の赤、

50

緑、青のカラーフィルタシャッターのシーケンスは、コントローラ 13 の、DSP 31、47、55 による赤、青、緑の基礎色成分および反転色成分の表示制御に使用されるシーケンスロジックと同一のシーケンスロジックによって制御される。赤のフィルタシャッターはライン 93 上で受信される信号によって制御され、緑のフィルタシャッターはライン 95 上で受信される信号によって制御され、青のフィルタシャッターはライン 97 上で受信される信号によって制御される。このようにして、赤のフィルタシャッターは、赤の基礎色成分が表示されている表示フレームの間だけ作動し、それによって緑および青の反転色成分が遮断される。同様に、緑および青のフィルタシャッターは、対応する緑および青の基礎色成分が表示されている表示フレームの間だけ作動し、他の 2 つの反転色成分を効果的に遮断する。赤、緑、青の基礎色成分は、異なる表示フレームの間に順次的に表示されるため、眼鏡 91 は、垂直リフレッシュレートに同期してそれぞれのカラーフィルタを効果的に切り替えて、基礎色成分のみを通過させる。

10

【0072】

このような同期シーケンシャルカラーフィルタ眼鏡 91 を使用することによって、基礎色成分の 1 つは常に存在し、前述した基本的な方法の場合のような急激な強度変化は発生しないため、フリッカーが解消される。また、この方法は、通常の LCD シャッター眼鏡を通じて見ても基礎画像は部分的にしか復号化されないため、暗号化画像が視認されることがない点で、基本システムよりも高い安全性を提供するものである。また、受動的なカラーフィルタは、基礎色成分と反転色成分の両方を通過させてしまうため、単なる受動的カラーフィルタでは、このシステムにおける基礎画像を復号化することはできず、安全性

20

【0073】

上述した反転暗号化法の安全性を向上させるための他の手段の 1 つは、ほぼ特徴の無い合成画像の上に偽の可視画像を積層表示することである。これによって、適切な復号化用眼鏡を装用していない視認者に対して、正規の視認者が、実際には暗号化された機密表示を見ているにもかかわらず、偽の可視画像を見ているかのように誤解させることができる。この場合、ディスプレイのスクリーンは空白ではなく、また特徴が無いようにも見えないため、無許可の視認者の好奇心や疑問が減少し、それによって安全性が向上する。

【0074】

これを実現する 1 つの方法は、偽の積層画像を基礎画像および反転画像と 1 / 3 のデューティサイクルで順次的に切り替えることである。前述した順次式反転暗号化法と同様に、赤、緑、青のそれぞれの基礎色成分、反転色成分、および積層色成分のシーケンスは、任意の表示フレームにおいて基礎色成分の 1 つが存在するように設定される。そのようなシーケンスを、次の表 III に示す。

30

【0075】

【表 3】

表 III

赤 緑 青	R_F	R_I	R_o	R_F	R_I	R_o
	G_o	G_F	G_I	G_o	G_F	G_I
	B_I	B_o	B_F	B_I	B_o	B_F
フレーム	n	n+1	n+2	n+3	n+4	n+5...
	(1 番目の表示サイクル)			(2 番目の表示サイクル)		

40

【0076】

表 III から、このシーケンスパターンでは、基礎色成分のそれぞれは、各表示サイクルの間に 1 つの対応する反転色成分と切り替えることが分かる。したがって、各反転色成分の強度は、基本的な交互反転暗号化法と関連させて前述した方法と同様な方法で決定される。生成されるそれぞれの合成色成分は、1 / 3 デューティサイクルで対応する積層色成分

50

と時間多重化され、それによって、基礎色成分と反転色成分は効果的に互いに中和され、積層色成分のみが可視成分として残る。3つの色成分がすべて組み合わせられて偽の積層画像が形成され、33%グレーのほぼ特徴の無い画像の上に積層されて表示される。

【0077】

このような偽の積層画像は、画像信号発生器1の内部で生成しても、基礎画像信号と同様な方法で信号変換手段11に送信されるように外部から入力してもよい。この画像は、静的なものであっても、テレビ、DVD、または他の映像ソースから入力される動画のように動的なものであってもよい。多重化シーケンスの制御は、表IIIに示すシーケンスに従って同期コントローラ13を使用することによって変更することができる。同様に、復号化のシーケンスロジックを、眼鏡37へのライン71を介して、眼鏡37がすべての積層色成分および反転色成分を遮断して、機密保護下での視認のための基礎画像のみを残すように変更することができる。

【0078】

順次式カラー反転暗号化を含む別のシステムを考えることもできる。このシステムは、変更された表示シーケンスを含み、このシーケンスでは、複数の変更された基礎色成分が対応する反転色成分と時間多重化される。再び、3分の1(1/3)デューティサイクルを使用した場合、このシステム用に変更された表示シーケンスは、次の表IVに示すようなものになる。

【0079】

【表4】

表 IV

赤	R_F	R_F	R_I	R_F	R_F	R_I
緑	G_F	G_I	G_F	G_F	G_I	G_F
青	B_I	B_F	B_F	B_I	B_F	B_F
フレーム	n	n+1	n+2	n+3	n+4	n+5...
	(1番目の表示サイクル)			(2番目の表示サイクル)		

【0080】

表IVから、表示画像の各基礎色について、1組の変更された基礎色成分が、対応する反転色成分と順次的に多重化されることが分かる。さらに、基礎色成分のそれぞれの組のシーケンスは、表示画像の他の基礎色成分の組のシーケンスに対して、時間的に食い違っていることが分かる。したがって、表示シーケンスの任意のフレームの間に、2つの独立な基礎色成分が、残りの色に対応する反転色成分と共に表示される。

【0081】

たとえば、表IVに示す表示サイクルの1番目のフレーム(n)では、赤および緑の基礎色成分である R_F および G_F が、青の反転色成分 B_I と共に表示される。2番目のフレーム(n+1)では、赤および青の基礎色成分である R_F および B_F が、緑の反転色成分と共に表示され、3番目のフレーム(n+2)では、緑および青の基礎色成分である G_F および B_F が、赤の反転色成分 R_I と共に表示される。

【0082】

上述したすべてのシステムと同様に、各画素について、それぞれの合成色成分(たとえば、 $R_F + G_F + B_F$)の基礎色成分と反転色成分の平均強度がほぼ等しい限り、生成される合成画像は、肉眼にはほぼ特徴が無いように見える。表IVに示す変更されたシーケンスでは、任意の色成分に対する平均強度 I_{AVG} は、次のようにして算出することができる。

$$I_{AVG} = 1/3 I_I + 2/3 I_F$$

ここで、 I_F および I_I は、それぞれ任意の基礎色成分の強度およびそれに対応する反転色成分の強度を表す。

【 0 0 8 3 】

表IVから分かるように、この変更されたシーケンスでは、常に2つの基礎色成分が存在している。このため、このシステムは、復号化される基礎画像が、基礎の輝度の3分の2（ $2/3$ ）の輝度を保持するという利点を有すると共に、基本的に、視認者に見えるようなフリッカーは生じない。

【 0 0 8 4 】

しかし、このシステムは制限も有している。このシステムでは、前述したシステムのように、生成される合成画像の平均強度を選択して変更することはできるものの、基礎画像の100%のマスクが得られるのは、基礎信号を暗号化する前に圧縮しない限り、基礎信号のダイナミックレンジの50%に渡る範囲のみである。たとえば、33%グレーのほぼ特徴の無い合成画像の場合、基礎信号の強度が $0 \leq I_F \leq 1/2 I_{MAX}$ の範囲内の値の場合にのみ完全なマスクが得られる。50%グレーのシステムでは、100%のマスクを得るために、基礎信号の強度は、 $1/4 I_{MAX} \leq I_F \leq 3/4 I_{MAX}$ の範囲内の値に維持されなければならない。60%グレーのシステムでは、100%のマスクを得るために、基礎信号の強度は、 $1/2 I_{MAX} \leq I_F \leq I_{MAX}$ の範囲内の値に維持されなければならない。これらの値を超えた場合、マスクは得られるものの、100%には至らない。関連する応用例または使用例によっては、全ダイナミックレンジの50%に渡るマスクで十分な場合もある。

【 0 0 8 5 】

前述した順次式カラー反転暗号化法と同様に、この方法は、前述した基本的な交互反転暗号化法に対して比較的小さな変更を加えることによって、容易に実施することができる。このような場合、表IVに示したシーケンスに従った基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分の適切なシーケンスは、コントローラ13によって設定されたシーケンスロジックを変更することによって達成できる。さらに、入力される基礎カラーデータ成分および反転カラーデータ成分の適切なスケール調整もしくは圧縮またはその両方は、順次式カラー反転暗号化を含む前述した実施形態と同様に、対応する各色用のデジタルシグナルプロセッサで容易に実行することができる。これによって、合成色成分のそれぞれについて、基礎色成分と反転色成分の時間重み付き平均強度を各画素についてほぼ同一にすることが確保され、それによって、生成される合成画像が肉眼にはほぼ特徴が無ように見える。その他の点では、表IVに示すシーケンスパターンは、図5に示したものと同一の信号変換手段89を使用して、表IIに示すシーケンスパターンを実施する方法と同一の方法によって実施される。

【 0 0 8 6 】

表IVに示したように暗号化された画像も、同期シーケンシャルカラーフィルタを組み込んだ眼鏡を使用して見ることができる。しかし、より一般的なRGBカラーフィルタを使用する上述した実施形態と異なり、表IVに示す形式で暗号化された画像では、同期シーケンシャル補色フィルタ、すなわち、赤、緑、青の各原色の補色のフィルタを使用する必要がある。これは、任意の時刻において、表示される反転カラーデータ成分は1つだけであり、この成分は、その補色のフィルタを通じて見ることによって効果的に遮断できるからである。したがって、表示されている1つの反転色成分の補色のフィルタを通じて見るように眼鏡を同期させることによって、残りの2つの基礎色成分は通過可能になり、基礎画像が復号化される。

【 0 0 8 7 】

たとえば、表IVに示すシーケンスの1番目のフレーム（ n ）において、合成画像の各画素には、青の反転色成分 B_1 と共に赤および緑の基礎色成分である R_F および G_F が表示される。したがって、図5を参照すると、このフレーム期間中に赤および緑の基礎色成分のみを見るために、眼鏡91の黄（青の補色）フィルタシャッターは、ライン97上で受信される信号を介してDSP55の出力に同期して、青の反転色成分 B_1 を遮断する。同様に、2番目のフレーム（ $n+1$ ）において、眼鏡91のマゼンタ（緑の補色）フィルタシャッターは、ライン95上で受信される同期コントローラ13からの制御信号を介してD

S P 4 7 の出力に同期し、緑の反転色成分 G_I を遮断する。また同様に、3 番目のフレーム ($n+2$) において、眼鏡 9 1 のシアン (赤の補色) フィルタシャッターは、ライン 9 3 上で受信される同期コントローラ 1 3 からの制御信号を介して D S P 3 1 の出力に同期し、赤の反転色成分 R_I を遮断する。

【 0 0 8 8 】

したがって、3 分の 1 ($1/3$) デューティサイクルのシステムにおける 1 回の全表示サイクルを通じて、復号化眼鏡の黄、マゼンタ、およびシアンの補色フィルタは、対応する 1 番目、2 番目、および 3 番目のフレーム期間に同期して前述したような方法で順次切り替えられ、基礎色成分を通過させて元の基礎画像を復号化する。適切に同期している場合、合成画像は、視認者が基礎画像のみを視認するように完全に復号化される。

10

【 0 0 8 9 】

さらに別の実施形態として、基本的な交互反転暗号化法と前述したより高度な順次式カラー反転暗号化法とを組み合わせた画像暗号化システムを説明する。好適な基本システムと同様に、このシステムでは、基礎画像の各基礎色成分は、対応する反転色成分と 50% のデューティサイクルで交互に表示される。しかし、順次式カラー反転暗号化法と同様に、1 つの基礎色成分は残りの基礎色成分と同期せずに表示され、すべての基礎色成分が同時に表示されることはない。言い換えれば、1 つの基礎色成分と対応する反転色成分とは、他の 2 つの基礎色成分とは逆の順序で切り替えられる。このシステムには、次の表 V、表 VI、および表 VII に示すような、表示シーケンスの 3 つの可能な組合せがある。

【 0 0 9 0 】

20

【表 5】

表 V

赤	R_F	R_I	R_F	R_I
緑	G_I	G_F	G_I	G_F
青	B_F	B_I	B_F	B_I
フレーム	n	n+1	n+2	n+3 ...
	(1 番目の表示サイクル)		(2 番目の表示サイクル)	

30

【 0 0 9 1 】

【表 6】

表 VI

赤	R_F	R_I	R_F	R_I
緑	G_F	G_I	G_F	G_I
青	B_I	B_F	B_I	B_F
フレーム	n	n+1	n+2	n+3
	(1 番目の表示サイクル)		(2 番目の表示サイクル)	

40

【 0 0 9 2 】

【表 7】

表 VII

赤 緑 青	R_I	R_F	R_I	R_F
	G_F	G_I		G_I
	B_F	B_I		B_I
フレーム	n (1番目の表示サイクル)		n+2 (2番目の表示サイクル)	

10

【0093】

どの表示シーケンスを使用するかに関わらず、この方法は、好適な基本システムおよびより高度な順次式カラー反転暗号化システムの利点の多くを有している。このシステムは、平均強度 I_{AVG} において基本システムと同様であり、代数的に次のように表される。

$$I_{AVG} = 0.5 I_F + 0.5 I_I$$

ここで、 I_F および I_I は、それぞれ任意の基礎色成分の強度および対応する反転色成分の強度を表す。

【0094】

基本システムと同様に、上記表示シーケンスは、基礎画像信号の全ダイナミックレンジに渡って100%のマスキを提供する、50%グレイのほぼ特徴の無い合成画像を生成する。

20

【0095】

より高度な順次式カラー反転暗号化システムと同様に、このシステムは、高い安全性を有し、かつ、1つの基礎色成分が他の2つの基礎色成分に対して常に順次的に切り替わっていることにより、フリッカーが大幅に低減される。これによって、すべての表示サイクルの各フレーム期間において、少なくとも1つの基礎色成分は常に表示されている。このシステムは、順次式カラー反転暗号化を提供しながら50%のデューティサイクルで動作するものであり、したがって、3分の1(1/3)のデューティサイクルで動作する前述した高度な順次式カラー反転暗号化法よりも、33%高速に動作することができる。動作速度が高速であるため、このシステムでは、前述したシステムよりもディスプレイのフリッ

30

【0096】

交互反転暗号化と順次式カラー反転暗号化とを組み合わせた上記システムの実施形態は、各カラーデータ成分と対応する反転成分との多重化シーケンスパターンが、同期コントローラ13によって制御されて、表V、表VI、表VIIのいずれかから選択された表示シーケンスに従って切り替えられることを除いて、図2に示した基本的な交互反転暗号化法の実施形態と同一のものである。したがって、図2を参照してこの実施形態を説明する。

【0097】

前述したように、この暗号化法では、それぞれのカラーデータ成分について50%のデューティサイクルで切り替えることが要求される。したがって、各DSP31、47、55のコントローラ33、61、63は、図2に示す基本的交互反転暗号化法で設定される反転公式と同一の反転公式を適用するように設定される。しかし、表V、表VI、表VIIから選択される所望の表示シーケンスに応じて、1つの色成分は、常に残りの2つの色成分と同期していない。たとえば、表Vの表示シーケンスを実施において、DSP47を通じた緑の基礎カラーデータ成分のモニター3への送信は、DSP31、55を通じた赤および青の基礎カラーデータ成分の送信とは同期していない1つの表示フレームで実施される。したがって、1つの表示フレーム(n)において、同期コントローラ13は、制御ライン65、69を介してDSP31、55に、赤および青の基礎カラーデータ成分を通過させるように指令し、同時に、DSP47には、制御ライン67を介して緑の反転カラーデータ成分を通過させるように指令する。次の表示フレーム(n+1)では、同期コントローラ

40

50

13は、DSP31、55に、赤および青の基礎カラーデータ成分をモニター3へ通過させる前にそれらの反転を実行するように指令し、同時に、DSP47には、緑の基礎カラーデータ成分を変更せずに通過させるように指令する。この処理は、50%の切り替えデューティサイクルで継続的に繰り返され、緑の基礎カラーデータ成分は、常に赤および青の基礎カラーデータ成分とは同期せずに送信され、各画素において、各色成分とその反転色成分の時間重み付き平均強度は、ほぼ同一に維持される。これによって、肉眼にはほぼ特徴が無いように見える合成画像が生成される。

【0098】

同様に、表VIの表示シーケンスを実施するには、1つの表示フレームにおいて、同期コントローラ13は、DSP31、47が、DSP55からの青の反転カラーデータ成分と同時に、赤および緑の基礎カラーデータ成分をモニター3へ通過させるように動作する。次の表示フレームでは、同期コントローラ13は、DSP31、47からの赤および緑の反転カラーデータ成分と同時に、DSP55に青の基礎カラーデータ成分を送信させる。このシーケンスを50%の切り替えデューティサイクルで継続的に繰り返すことによって、各画素において、各色成分とその反転色成分の時間重み付き平均強度はほぼ等しくなり、肉眼にはほぼ特徴がないように見える合成画像が生成される。

【0099】

同様な方法で、表VIIの表示シーケンスも容易に使用することができる。この場合、1つのフレームの間に、DSP47、51は、DSP31からの赤の反転カラーデータ成分と同時に緑および青の基礎カラーデータ成分を送信するように、同期コントローラ13によって制御される。次のフレームでは、DSP31からの赤の基礎カラーデータ成分が、緑および青の反転カラーデータ成分と共にモニター3へ送信される。この切り替え表示シーケンスを50%のデューティサイクルで継続的に繰り返すことによって、赤の基礎カラーデータ成分は、常に緑および青の基礎カラーデータ成分とは同期していない1つのフレームに存在し、肉眼にはほぼ特徴がないように見え安全性の高い合成画像が生成される。

【0100】

このシステムは、基礎色成分の1つが常に残りの基礎色成分と同期しないことを要するため、基礎画像の復号化には、前述した高度なシステムと同様に同期シーケンシャルカラーフィルタが必要となる。しかし、このシステムは50%のデューティサイクルで動作するため、この方法で使用する復号化眼鏡に必要なのは、明らかに、互いに切り替る2つのフィルタまたは2色の切り替えが可能な1つのフィルタのみである。後述するように、表V、表VI、表VIIに示す変更された表示シーケンスから基礎画像を復号化することは、いずれの表示シーケンスの場合にも、同期シーケンシャル原色/補色フィルタ対を組み込んだ眼鏡によって達成できる。

【0101】

表Vに示す表示シーケンスを参照すると、各画素において、1番目のフレーム期間中は、赤および青の基礎色成分である R_F 、 B_F が緑の反転色成分 G_I と共に表示される。したがって、このフレーム期間中に基礎色成分を復号化するには、復号化眼鏡37は、マゼンタ（緑の補色）カラーフィルタを通じて見るように同期している必要がある。しかし、2番目のフレーム期間（ $n+1$ ）では、基礎画像の緑の基礎色成分 G_F のみが表示されるため、同期した緑の原色フィルタによって復号化することができる。

【0102】

このように、交互に切り替る緑/マゼンタのフィルタ対を有して適切に同期した眼鏡を使用することによって、ほぼ特徴のない合成画像から基礎画像を容易に復号化できることは明らかである。したがって、図2の交互反転暗号化法と同様に、眼鏡37は同期コントローラ13からライン71に沿って制御信号を受信し、それによって、緑およびマゼンタのカラーフィルタシャッターは、この眼鏡37を通して見ることによって元の基礎画像の基礎色成分のみが通過可能になるように、ディスプレイ装置の垂直リフレッシュレートに同期して切り替る。同様に、同期して切り替る青/黄フィルタ対を組み込んだ眼鏡37を

10

20

30

40

50

使用することによって、表VIに示す表示シーケンスから基礎画像が容易に復号化できることが分かる。また、表VIIに示す表示シーケンスから基礎画像を復号化することは、同期して切り替る赤ノシアンフィルタ対を組み込んだ眼鏡37を使用することによって達成される。

【0103】

以上、それぞれの反転暗号化法の、外部のハードウェアによる実施形態を説明してきたが、このようなシーケンスは、標準的なパーソナルコンピュータのビデオディスプレイアダプタ回路の内部で実施することでもできる。一般に、ビデオディスプレイアダプタは、ビデオカードとも称し、ディスプレイ装置に表示される画像を表すデジタル値または数値を記憶するために使用されるメモリを備えている。現在のビデオディスプレイアダプタでは、典型的には、書込みと読取りを同時に実行できるVRAM(video random access memory: ビデオランダムアクセスメモリ)またはデュアルポートRAMが使用されている。これによって、画像を変更したい時にはいつでもビデオメモリにデジタルデータを書き込むことができ、使用されるリフレッシュレートに関わらず、デジタルデータをメモリから読み取ることができる。

【0104】

ビデオメモリに記憶された画像は、ルックアップテーブル(すなわち、パレットレジスタ)を介して、または直接に、ディスプレイアダプタ内に含まれるデジタル-アナログ変換器に送信されることによって、ビデオリフレッシュレートでディスプレイ装置に出力される。メモリに記憶されたデジタルデータは、典型的には、画像内の個々の画素における色、または各画素に対する赤、緑、および青の個々のカラーデータ成分の強度のいずれかを表している。画素のカラー値が記憶されている場合には、このカラー値がパレットレジスタのルックアップテーブルと比較され、その後、個々の赤、緑、および青のカラーデータ成分値がデジタル-アナログ変換器に出力される。個々のカラーデータ成分値が使用される場合には、ルックアップテーブルを使用することなく、それらのカラーデータ成分値が直接デジタル-アナログ変換器に出力される。

【0105】

ビデオディスプレイアダプタ内部での実施形態では、選択されたシーケンスパターンに応じて、ビデオメモリに基礎デジタルデータおよび反転デジタルデータ(適当な場合には、さらに積層画像のデジタルデータ)を交互にまたは順次的に書き込むことや、追加的なデータメモリを使用することによって、外部のハードウェアを使用せずに出力信号を直接制御することができる。前述した任意の公式によって決定される反転カラー値は、ビデオディスプレイアダプタ回路の内部またはシステム内の任意の場所にある中央処理装置(CPU)によって計算することができる。別の方法として、予め計算された反転カラー値および、適切な場合には、積層カラー値を含むルックアップテーブルを追加して使用することもできる。この場合、基礎画像と反転画像との切り替えは、各フレームにおいて、所望のシーケンスパターンに従ってルックアップテーブルを切り替えることによって達成される。さらに、適切な反転カラーデータ成分値を、デジタル-アナログ変換器に入力する前に数学的に計算することもできる。

【0106】

以上のことをさらに詳しく説明するため、ビデオグラフィックスアダプタ(VGA)として知られる標準的な16色ビデオディスプレイアダプタ73を、図6に示す。CPUによって生成された画像データは、各画素毎に4ビットのデジタルカラー値としてメモリ75に記憶され、そこからパレットレジスタ77に送信されて、赤、緑、および青の3つのカラーデータ成分からなる18ビット信号(各色につき6ビット)に変換される。したがって、図6Aに示すルックアップテーブル79のように、パレットの内容の標準的なデフォルト4ビットカラー値のそれぞれは、赤、緑、および青の0~63の範囲における特定の強度レベルとして表される。ここで、0は、所定の画素にその特定の色が表示されないことを表し、63は、所定の画素にその特定の色が最大強度で表示されることを表す。パレットレジスタ77に含まれる赤、緑、および青のそれぞれのカラーデータ成分は、対応

するデジタル - アナログ変換器 (DAC) 81、83、85 に入力され、そこで、各成分がアナログ信号に変換されてディスプレイ装置 3 に出力される。

【0107】

複数のルックアップテーブルを使用するシステムでは、追加されたパレットレジスタの内容には、対応する反転カラー値もしくは積層カラー値またはその両方が含まれる。例として、基本的な交互反転暗号化法のための反転カラー値を、図 6B のテーブル 87 に示す。このテーブルでは、同じ 16 色が、モニターガンマの影響を考慮した上で、反転カラーデータ成分を表す数値に置き換えられている。これらのルックアップテーブルをフレーム間で切り替えることによって、図 2 に示す方法のように、画像がほぼ特徴の無いものになる。これで、パーソナルコンピュータの外部のハードウェアによって実施された前述の方法を、システムのビデオディスプレイアダプタの内部で実施する方法が示された。より大きなカラー深度 (ビット数の増大) およびより複雑なシーケンスパターンに拡張する方法は、上述した説明から論理的に導出される。

10

【0108】

適切な反転色成分値を、コンピュータシステムによって計算するかまたはビデオグラフィックスアダプタに含まれるルックアップテーブルに記憶すると、上述した交互カラー反転暗号化法、順次式カラー反転暗号化法、ランダムシーケンス法、または交互 / 順次復号型暗号化法のような任意の所望のシーケンスが、適切な基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分とを選択的にディスプレイ装置に出力する内部システムソフトウェアを使用することによって、容易に実施できる。反転カラー値がコンピュータシステムによって計算されるか、または、予め計算されてビデオディスプレイアダプタ内の第 2 のルックアップテーブルに記憶されているかに関わらず、積層画像を使用する場合と使用しない場合を含めて、上記シーケンスパターンのいずれを選択することも、システムソフトウェアを通じて容易に実施および制御することができる。

20

【0109】

このような内部的なデジタル処理による実施形態では、生成される合成画像の平均強度を画素毎に制御することができ、それによって、“CONFIDENTIAL” や “SECRET” のようなメッセージまたは偽の画像を積層表示する前述した階調調整機能のような望ましい拡張を、特徴の無い合成画像に組み込むことができる。もう 1 つの望ましい拡張機能は、機密視認領域を可変サイズのウィンドウ形式にすることである。基礎画像のマスクを画素毎に制御することによって、ディスプレイの画面全体よりも小さい機密視認ウィンドウのサイズを指定して所望のサイズに変更することができ、それによって、システムのユーザーがディスプレイの選択された部分のみを機密にすることが可能となる。

30

【0110】

勿論、本明細書の記載事項および添付請求項の記載事項を含む本発明の範囲から逸脱することなく、構成要素の形、詳細、配置、および比率を様々に変更できることは理解されるであろう。

【0111】

この特許のファイルには、少なくとも 1 つのカラー図面が含まれる。カラー図面を含むこの特許のコピーは、米国特許商標庁 (Patent and Trademark Office) から、依頼と必要な料金の納付に基づいて提供される。

40

【図面の簡単な説明】

【0112】

【図 1】図 1 は、本発明に従って基礎画像の機密保護下での視認を提供するための、本発明に係る画像変更装置を示すブロック図である。

【図 2】図 2 は、本発明の 1 つの基本的実施形態における外的な実施で使用する信号変換手段の詳細を図式的に示した図である。

【図 3A】図 3A は、図 4 の上側部分に示すテスト用基礎画像に対応する赤、緑、青のカラーデータ成分の電圧を表すグラフである。

【図 3B】図 3B は、そのカラー描写が図 4 の下側部分に示された、図 3A の基礎カラー

50

データ成分に対応する赤、緑、青の反転カラーデータ成分の電圧を表すグラフである。

【図 4】図 4 は、図 3 B に示す描線によって生成される対応する反転画像のカラー描写に部分的に積層されて、その交差領域にほぼ特徴のない合成画像が生成された、図 3 A の描線に対応するテスト用基礎画像のカラー描写である。

【図 5】図 5 は、本発明に従って基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分の順次式カラー反転暗号化を実施するために使用される、図 2 に示す信号変換手段の別の好適な実施形態を図式的に示す図である。

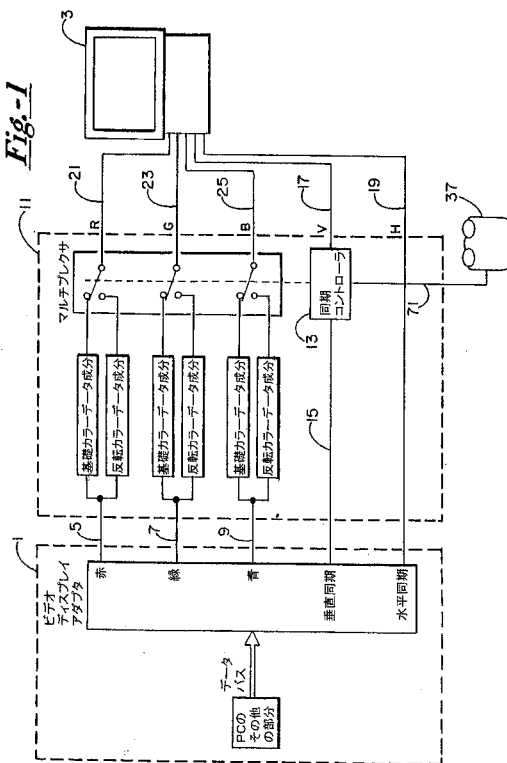
【図 6】図 6 は、信号変換および基礎カラーデータ成分と反転カラーデータ成分の多重化制御を、本発明に従ってコンピュータシステム内で内部的に実施するために使用可能な、ディスプレイシステムの典型的なビデオグラフィックスアダプタを示すブロック図である

10

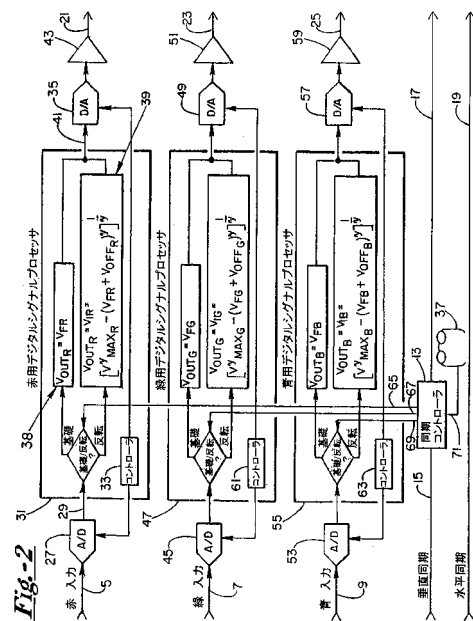
【図 6 A】図 6 A は、図 6 に示すような典型的なビデオグラフィックスアダプタのパレットレジスタに記憶されたデフォルトのルックアップテーブルである。

【図 6 B】図 6 B は、図 6 A のテーブルに示す V G A デフォルトカラー値に対応する反転カラー値を含む、パレットレジスタ内に記憶された別のルックアップテーブルである。

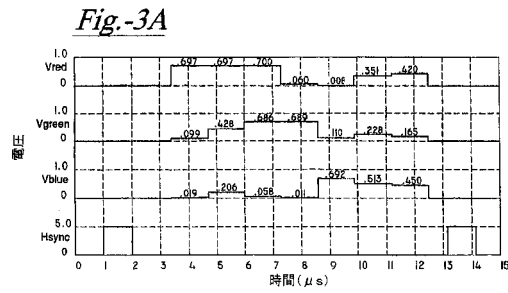
【図 1】



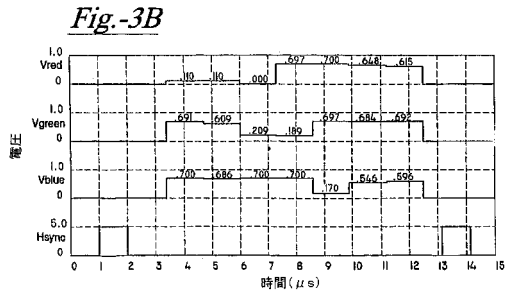
【図 2】



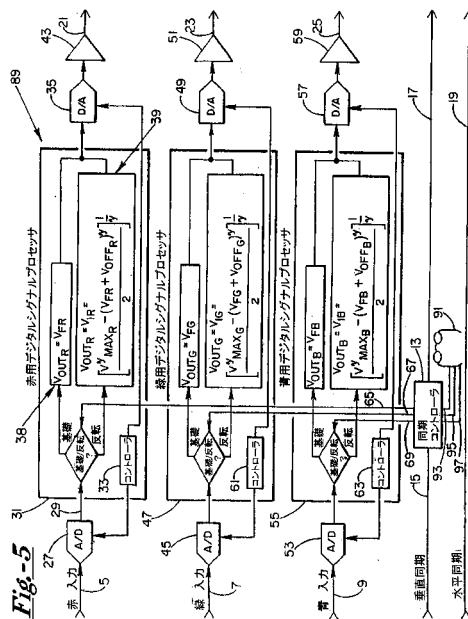
【 図 3 A 】



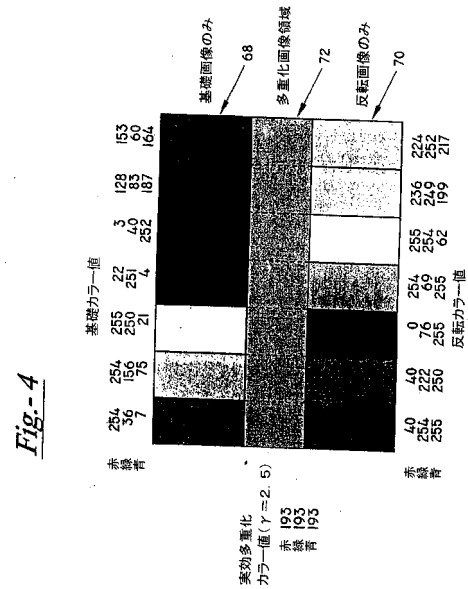
【 図 3 B 】



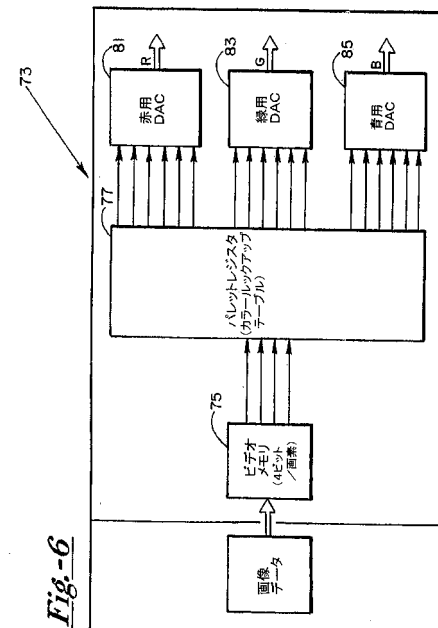
【 図 5 】



【 図 4 】



【 図 6 】



【図 6 A】

Fig.-6A

79

	赤	緑	青
0	0	0	0
1	0	0	42
2	0	42	0
3	0	42	42
4	42	0	0
5	42	0	42
6	42	21	0
7	42	42	42
8	21	21	21
9	21	21	63
10	21	63	21
11	21	63	63
12	63	21	21
13	63	21	63
14	63	63	21
15	63	63	63

デフォルトのVGAパレットの内容

【図 6 B】

Fig.-6B

$\gamma = 2.5$ で変換された
VGAデフォルトカラー値

87

	赤	緑	青
0	63	63	63
1	63	63	53
2	63	53	63
3	63	53	53
4	53	63	63
5	53	63	53
6	53	61	63
7	53	53	53
8	61	61	61
9	61	61	0
10	61	0	61
11	61	0	0
12	0	61	61
13	0	61	0
14	0	0	61
15	0	0	0

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

G 0 9 G 3/20 6 6 0 H

G 0 9 G 3/36

G 0 9 G 5/02 B

(74)代理人 100093193

弁理士 中村 壽夫

(74)代理人 100104385

弁理士 加藤 勉

(74)代理人 100093414

弁理士 村越 祐輔

(74)代理人 100131141

弁理士 小宮 知明

(72)発明者 デイビッド エイ . ストライク

アメリカ合衆国 5 5 3 9 1 ミネソタ ディープハイブン トラモア レイン 3 9 2 1

審査官 濱本 禎広

(56)参考文献 特開平 0 6 - 1 1 0 4 0 3 (J P , A)

特開平 0 5 - 2 1 0 3 7 3 (J P , A)

特開 2 0 0 0 - 2 1 4 8 2 9 (J P , A)

特開平 1 0 - 0 4 2 3 0 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G09G3/00-3/38、5/00-5/42

G09C1/00-5/00

H04K1/00-3/00

H04L9/00-9/38

H04N7/10、7/14-7/173、7/20-7/22、9/00、9/04-9/11、9/43-9/78、11/00-11/24、13/00-17/06