

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-227581
(P2006-227581A)

(43) 公開日 平成18年8月31日(2006.8.31)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G03B 21/62 (2006.01)	G03B 21/62	2H021
G03B 21/60 (2006.01)	G03B 21/60 Z	2H049
G03B 21/00 (2006.01)	G03B 21/00 D	2K103
G02B 5/30 (2006.01)	G02B 5/30	
G02B 5/32 (2006.01)	G02B 5/32	

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2005-334257 (P2005-334257)
 (22) 出願日 平成17年11月18日 (2005.11.18)
 (31) 優先権主張番号 特願2005-14375 (P2005-14375)
 (32) 優先日 平成17年1月21日 (2005.1.21)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000002897
 大日本印刷株式会社
 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
 (74) 代理人 100075812
 弁理士 吉武 賢次
 (74) 代理人 100091982
 弁理士 永井 浩之
 (74) 代理人 100096895
 弁理士 岡田 淳平
 (74) 代理人 100117787
 弁理士 勝沼 宏仁
 (74) 代理人 100127465
 弁理士 堀田 幸裕

最終頁に続く

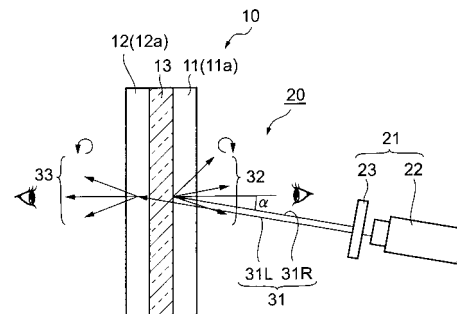
(54) 【発明の名称】 透過反射両用投影スクリーン及びそれを備えた投影システム

(57) 【要約】

【課題】 明るい環境光の下でも、スクリーンの両面に同一又は異なる映像を鮮明に表示することが可能な、透明性に優れたシースルータイプの透過反射両用投影スクリーンを提供する。

【解決手段】 透過反射両用投影スクリーン10は、反射型スクリーン11と、透過型スクリーン12と、を備えている。投射された映像光のうち特定の偏光成分の光が、反射型スクリーン11によって反射される。映像光のうち特定の偏光成分と異なる偏光成分の光は、反射型スクリーン11で反射されず、反射型スクリーン11および透過型スクリーン12を透過する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

投射された映像光を反射及び透過してその両面に映像を表示する透過反射両用投影スクリーンにおいて、

投射された映像光のうち特定の偏光成分の光を反射する反射型スクリーンと、

前記映像光のうち前記反射型スクリーンで反射されずに透過した、前記特定の偏光成分と異なる偏光成分の光を透過する透過型スクリーンとを備えたことを特徴とする透過反射両用投影スクリーン。

【請求項 2】

前記反射型スクリーンは、前記特定の偏光成分の光を選択的に反射する偏光選択反射層を有することを特徴とする、請求項 1 に記載の透過反射両用投影スクリーン。 10

【請求項 3】

前記偏光選択反射層は、コレステリック液晶構造からなることを特徴とする、請求項 2 に記載の透過反射両用投影スクリーン。

【請求項 4】

前記偏光選択反射層は、光を拡散させる拡散機能を有することを特徴とする、請求項 2 又は 3 に記載の透過反射両用投影スクリーン。

【請求項 5】

前記反射型スクリーンは、前記偏光選択反射層で反射された光を回折することにより当該光の出射方向を制御する前面側回折層をさらに有することを特徴とする、請求項 2 乃至 4 のいずれか一項に記載の透過反射両用投影スクリーン。 20

【請求項 6】

前記前面側回折層は、透過型体積ホログラムからなることを特徴とする、請求項 5 に記載の透過反射両用投影スクリーン。

【請求項 7】

前記前面側回折層は、光を拡散させる拡散機能を有することを特徴とする、請求項 5 又は 6 に記載の透過反射両用投影スクリーン。

【請求項 8】

前記反射型スクリーンは、前記偏光選択反射層に入射する光に位相差を与える位相差層をさらに有することを特徴とする、請求項 2 乃至 7 のいずれか一項に記載の透過反射両用投影スクリーン。 30

【請求項 9】

前記透過型スクリーンは、前記反射型スクリーンで反射されずに透過した光を回折する背面側回折層を有することを特徴とする、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の透過反射両用投影スクリーン。

【請求項 10】

前記背面側回折層は、透過型体積ホログラムからなることを特徴とする、請求項 9 に記載の透過反射両用投影スクリーン。

【請求項 11】

前記背面側回折層は、光を拡散させる拡散機能を有することを特徴とする、請求項 9 又は 10 に記載の透過反射両用投影スクリーン。 40

【請求項 12】

前記反射型スクリーンで反射されるべき前記特定の偏光成分の光は右円偏光又は左円偏光であることを特徴とする、請求項 1 乃至 11 のいずれか一項に記載の透過反射両用投影スクリーン。

【請求項 13】

前記反射型スクリーンで反射されるべき前記特定の偏光成分の光は片方の直線偏光であることを特徴とする、請求項 1 乃至 11 のいずれか一項に記載の透過反射両用投影スクリーン。

【請求項 14】

前記反射型スクリーンと前記透過型スクリーンとの間に配置され、前記反射型スクリーンで反射されるべき前記特定の偏光成分の光を吸収する吸収型偏光板をさらに備えたことを特徴とする、請求項 1 乃至 1 3 のいずれか一項に記載の透過反射両用投影スクリーン。

【請求項 1 5】

前記吸収型偏光板は直線偏光層及び位相差層を有する円偏光板からなり、前記円偏光板の前記位相差層が前記反射型スクリーンの側に配置されていることを特徴とする、請求項 1 4 に記載の透過反射両用投影スクリーン。

【請求項 1 6】

請求項 1 乃至 1 5 のいずれか一項に記載の透過反射両用投影スクリーンと、

前記透過反射両用投影スクリーンのうち前記反射型スクリーンの側から映像光を投射する映像投影ユニットとを備え、

前記映像投影ユニットにより投射される前記映像光は、前記反射型スクリーンで反射される前記特定の偏光成分の光を含む反射用映像光、及び、前記特定の偏光成分と異なる偏光成分の光を含む透過用映像光のうち少なくともいずれか一方を含むことを特徴とする投影システム。

【請求項 1 7】

前記反射用映像光及び前記透過用映像光はともに同一の映像を担う光であることを特徴とする、請求項 1 6 に記載の投影システム。

【請求項 1 8】

前記反射用映像光及び前記透過用映像光は互いに異なる映像を担う光であることを特徴とする、請求項 1 6 に記載の投影システム。

【請求項 1 9】

前記映像投影ユニットは、前記反射用映像光及び前記透過用映像光のそれぞれを交互に時分割的に投射することを特徴とする、請求項 1 6 乃至 1 8 のいずれか一項に記載の投影システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、投影機により投影スクリーン上に映像光を投射して映像を表示する投影システムに係り、とりわけ、投射された映像光を反射及び透過してその両面に映像を鮮明に表示することが可能な、透明性に優れたシースルータイプの透過反射両用投影スクリーン及びそれを備えた投影システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来 of 投影システムとしては、投影機により投射された映像光を投影スクリーン上に映し出し、その反射光を観察者が映像として観察するものが一般的である。具体的には、このような従来 of 投影システムで用いられる投影スクリーンとしては、白色の紙材や布材の他、プラスチックフィルム上に光を白色散乱するインキを塗装したものなどが一般に用いられている。また、より高品質な投影スクリーンとして、ビーズやパールなどを練りこんだ散乱層を含み、この散乱層によって映像光の散乱状態を制御するものが市販されている。

【0003】

ところで、このような投影スクリーンとしては、表示される映像のコントラストを高めるために背景が透けて見えないようにしたものが一般的であるが、用途によっては、背景が透けて見えるような透明タイプの投影スクリーンが求められる場合もある。具体的には例えば、アイキャッチ効果をねらって投影スクリーンを店舗のショーウィンドウなどに設置するような用途では、投影スクリーンに映像が表示されていない通常時には、投影スクリーンを通して反対側を見通せる必要があり、このため、映像の視認性に優れるとともに背景が透けて見えるような透明タイプの投影スクリーンが求められている。

【0004】

10

20

30

40

50

このような透明タイプの投影スクリーンとしては、映像が表示されていないときの透明性が高く、また、明るい環境光の下でも良好な映像表示を実現する必要があることから、ホログラムを用いたスクリーン（ホログラムスクリーン）が広く用いられている。なお、ホログラムスクリーンは、上述したようなショーウィンドウを備えた店舗での利用の他、イベント会場や展示会などでの利用にも適している。

【0005】

このようなホログラムスクリーンとしては、一般的に用いられている透過タイプのスクリーン（透過光としての映像光を背面から観察するスクリーン）の他、反射タイプのスクリーン（反射光としての映像光を前面から観察するスクリーン）も提案されている（特許文献1）。しかしながら、透過タイプ及び反射タイプのいずれのホログラムスクリーンでも、スクリーンの片側から観察することを前提にしており、スクリーンの両側から映像光を観察するような態様は一般的に想定されていない。

10

【0006】

ただし、特許文献2には、透過タイプのホログラムスクリーンをハーフミラーと組み合わせることにより、ホログラムスクリーンの両側から映像光を観察することが可能なスクリーンが提案されている（特許文献2）。しかしながら、上記特許文献2に記載されたスクリーンでは、スクリーンの両面に映像を表示することができるものの、観察可能な映像は同一の映像に限られており、スクリーンの両面に異なった映像を表示することは理論上できない。

【0007】

なお、上述したような透過タイプ及び反射タイプのホログラムスクリーンでも、1つのスクリーンの表裏両側から異なる角度で2つの映像光を同時に投射するようにすれば、スクリーンの両面に映像を表示することが可能である。この場合、スクリーンの両側から投射される映像光が異なる映像を担うようにすれば、スクリーンの両面にそれぞれ異なった映像を表示することができる。しかしながら、この場合には、スクリーンの両側に投影機を配置しなければならず、また、投影機とスクリーンとの位置合わせを行ったり、スクリーンの両面に表示される2つの映像の表示タイミングを合わせたりする必要もあり、実際の設定作業が非常に煩雑であるという問題がある。

20

【0008】

さらに、ホログラムスクリーン自体の問題として、ホログラムは、波長選択性はあるものの、偏光選択性を有しておらず、映像光と環境光とを区別することができないので、明るい環境光の下で映像を鮮明に表示することが困難であるという問題もある。

30

【特許文献1】特開平9-222512号公報

【特許文献2】特許第3482963号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明はこのような点を考慮してなされたものであり、明るい環境光の下でも、スクリーンの両面に同一又は異なる映像を鮮明に表示することが可能な、透明性に優れたシースルータイプの透過反射両用投影スクリーン及びそれを備えた投影システムを提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、その第1の解決手段として、投射された映像光を反射及び透過してその両面に映像を表示する透過反射両用投影スクリーンにおいて、投射された映像光のうち特定の偏光成分の光を反射する反射型スクリーンと、前記映像光のうち前記反射型スクリーンで反射されずに透過した、前記特定の偏光成分と異なる偏光成分の光を透過する透過型スクリーンとを備えたことを特徴とする透過反射両用投影スクリーンを提供する。

【0011】

なお、上述した第1の解決手段において、前記反射型スクリーンは、前記特定の偏光成

50

分の光を選択的に反射する偏光選択反射層を有することが好ましい。ここで、前記偏光選択反射層は、コレステリック液晶構造からなることが好ましい。また、前記偏光選択反射層は、光を拡散させる拡散機能を有することが好ましい。

【0012】

また、上述した第1の解決手段において、前記反射型スクリーンは、前記偏光選択反射層で反射された光を回折することにより当該光の出射方向を制御する前面側回折層をさらに有することが好ましい。ここで、前記前面側回折層は、透過型体積ホログラムからなることが好ましい。また、前記前面側回折層は、光を拡散させる拡散機能を有することが好ましい。

【0013】

さらに、上述した第1の解決手段において、前記反射型スクリーンは、前記偏光選択反射層に入射する光に位相差を与える位相差層をさらに有することが好ましい。

【0014】

さらに、上述した第1の解決手段において、前記透過型スクリーンは、前記反射型スクリーンで反射されずに透過した光を回折する背面側回折層を有することが好ましい。ここで、前記背面側回折層は、透過型体積ホログラムからなることが好ましい。また、前記背面側回折層は、光を拡散させる拡散機能を有することが好ましい。

【0015】

さらに、上述した第1の解決手段において、前記反射型スクリーンで反射されるべき前記特定の偏光成分の光は右円偏光又は左円偏光であることが好ましい。また、前記反射型スクリーンで反射されるべき前記特定の偏光成分の光は片方の直線偏光であってもよい。

【0016】

さらに、上述した第1の解決手段においては、前記反射型スクリーンと前記透過型スクリーンとの間に配置され、前記反射型スクリーンで反射されるべき前記特定の偏光成分の光を吸収する吸収型偏光板をさらに備えていてもよい。ここで、前記反射型スクリーンで反射されるべき前記特定の偏光成分の光は右円偏光又は左円偏光である場合には、前記吸収型偏光板は直線偏光層及び位相差層を有する円偏光板からなり、前記円偏光板の前記位相差層が前記反射型スクリーンの側に配置されていることが好ましい。

【0017】

本発明は、その第2の解決手段として、上述した第1の解決手段に係る透過反射両用投影スクリーンと、前記透過反射両用投影スクリーンのうち前記反射型スクリーンの側から映像光を投射する映像投影ユニットとを備え、前記映像投影ユニットにより投射される前記映像光は、前記反射型スクリーンで反射される前記特定の偏光成分の光を含む反射用映像光、及び、前記特定の偏光成分と異なる偏光成分の光を含む透過用映像光のうちの少なくともいずれか一方を含むことを特徴とする投影システムを提供する。

【0018】

なお、上述した第2の解決手段において、前記反射用映像光及び前記透過用映像光はともに同一の映像を担う光であってもよく、また、互いに異なる映像を担う光であってもよい。

【0019】

また、上述した第2の解決手段において、前記映像投影ユニットは、前記反射用映像光及び前記透過用映像光のそれぞれを交互に時分割的に投射することが好ましい。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、映像光が投射される投影スクリーンが、投射された映像光のうち特定の偏光成分の光を反射する反射型スクリーンと、投射された映像光のうち反射型スクリーンで反射されずに透過した、前記特定の偏光成分と異なる偏光成分の光を透過する透過型スクリーンとを備えているので、このような投影スクリーンを備えた投影システムにおいて、投影スクリーンの反射型スクリーンの側に配置された映像投影ユニットから投影スクリーン上に、反射型スクリーンで反射される前記特定の偏光成分の光を含む反射用映像光

10

20

30

40

50

、及び、前記特定の偏光成分と異なる偏光成分の光を含む透過用映像光を投射するようにすれば、投影スクリーンの一方の面には反射型スクリーンで反射された反射用映像光に基づく映像が表示される一方で、投影スクリーンの他方の面には反射型スクリーンを透過した透過用映像光に基づく映像が表示される。このため、映像投影ユニットから投射される偏光特性の異なる反射用映像光及び透過用映像光が所望の映像を担うようにしておけば、投影スクリーンの反射型スクリーンの側に配置された映像投影ユニットから投影スクリーンの同一の面上に同一の方向から映像光を投射するような態様であっても、投影スクリーンの両面に同一又は異なる映像を表示することができる。

【0021】

また、本発明によれば、投影スクリーンの反射型スクリーンが、特定の偏光成分の光を選択的に反射する偏光選択反射層を有するようにすれば、この偏光選択反射層の偏光分離機能により、特定の偏光成分の光のみを選択的に反射することにより、偏光特性のない外光や照明光などの環境光を反射型スクリーンで約50%しか反射しないようにすることができる。このため、白表示などの明表示の部分の明るさが同じ場合でも、黒表示などの暗表示の部分の明るさを略半分にして、映像のコントラストを略2倍にすることができる。このため、このような投影スクリーンを備えた投影システムによれば、明るい環境光の下でも映像を鮮明に表示することができる。

10

【0022】

さらに、本発明によれば、投影スクリーンの反射型スクリーンに含まれる偏光選択反射層が、それ自体で拡散機能を有するコレステリック液晶構造などからなるようにすれば、特定の偏光成分の光を拡散させながら反射する一方で、その他の光については拡散させずに透過させることが可能となり、映像光以外の偏光選択反射層を透過する光が散乱されることがほとんどない。また、透過型スクリーンが、反射型スクリーンで反射されずに透過した光を回折する透過型体積ホログラムからなるとともに拡散機能を有した背面側回折層を有するようにすれば、当該背面側回折層の回折条件を満足する角度（透過型体積ホログラムのブラッグの回折条件を満足する角度）近傍で入射した光のみを拡散しながら透過することが可能となり、映像光以外の背面側回折層を透過する光が散乱されることがほとんどない。すなわち、このようにすれば、投影スクリーンにおいて拡散される光は特定の偏光状態及び特定の入射角の光のみとなるので、特定の偏光状態及び特定の入射角でもって投影スクリーン上に投射される映像光のみが効率的に散乱されることとなる。このため、投影スクリーン上に映像光が投射されている投影時には、投影スクリーンの表裏両面で映像をはっきりと視認することができる一方で、投影スクリーン上に映像光が投射されていない非投影時には、投影スクリーンの裏側の背景などを鮮明な状態で見ることができる。また、投影時でも映像光が投射されていない部分では、投影スクリーンの裏側の背景などを鮮明な状態で見ることができる。すなわち、このような投影スクリーンは、透明性に優れたシースルータイプの投影スクリーンとして好適に用いられる。

20

30

【0023】

さらに、本発明によれば、投影スクリーンの透過型スクリーンが、透過型体積ホログラムなどからなる背面側回折層を有するようにすれば、背面側回折層の前面側から入射した光のうち背面側回折層の回折条件を満足する角度（透過型体積ホログラムのブラッグの回折条件を満足する角度）近傍で入射した光を、その偏光状態にかかわらず、入射方向とは異なる方向に回折することが可能となり、背面側回折層（透過型スクリーン）から出射する映像光を所望の方向から良好に視認することができ、また、当該映像光の視野角を容易に制御することができる。なお、背面側回折層が光を拡散させる拡散機能を有している場合、回折によって環境光から分離した映像光が散乱して、よりはっきりとした映像を表示することができる。また、投影スクリーンの視野角を幅広く柔軟に設定することもできる。

40

【0024】

さらに、本発明によれば、投影スクリーンの反射型スクリーンの側に配置された映像投影ユニットから投影スクリーンの同一の面上に同一の方向から映像光を投射することによ

50

り、投影スクリーンの両面に同一又は異なる映像を表示することができるので、投影スクリーンの一方の側に1台の映像投影ユニットのみを配置するだけで投影システムを構成することができ、投影システムの構成が非常に簡易なものとなる。

【0025】

なお、本発明において、投影スクリーンに含まれる反射型スクリーンの偏光選択反射層の前面側に、偏光選択反射層で反射された光を回折することにより当該光の出射方向を制御する透過型体積ホログラムなどからなる前面側回折層を配置するようにすれば、前面側回折層の背面側から入射した光のうち前面側回折層の回折条件を満足する角度（透過型体積ホログラムのブラッグの回折条件を満足する角度）近傍で入射した光を、その偏光状態にかかわらず、入射方向とは異なる方向に回折することが可能となり、前面側回折層（反射型スクリーン）から出射する映像光を所望の方向から良好に視認することができ、また、当該映像光の視野角を容易に制御することができる。このとき、投影スクリーンに対する映像光の入射角の値を十分大きくしても、反射型スクリーンで反射される映像光を投影スクリーンに対して略垂直方向に出射することが可能となるので、投影スクリーンの反射型スクリーンで反射される映像光と、投影スクリーンの前面側の表面（例えば、前面側回折層の表面）で反射される界面反射光とを確実に分離することができ、このため、投影スクリーンの表面における界面反射によって生じる映り込みを効果的に抑えることができる。またこの場合、前面側回折層が拡散機能を有するようにすれば、偏光選択反射層が拡散機能を有している必要がなくなる。また、前面側回折層及び偏光選択反射層がともに拡散機能を有している場合には、両方の拡散機能を組み合わせて広い散乱角を持たせることが可能となり、投影スクリーンの視野角を幅広く柔軟に設定することができる。

10

20

【0026】

また、本発明において、投影スクリーンに含まれる反射型スクリーンの偏光選択反射層の前面の側に、偏光選択反射層に入射する光に位相差を与える位相差層を配置するようにすれば、偏光選択反射層に斜め方向から入射する光の偏光の歪みなどを解消することが可能となり、偏光選択反射層での偏光分離の効率を高めることができる。また、映像投影ユニットから投射される光そのものの偏光状態が、偏光選択反射層で分離される光の偏光状態に合っていない場合でも、位相差層の持つ位相差量を適宜調整することにより、偏光選択反射層に入射する光の偏光状態を最適化することができる。

【0027】

さらに、本発明において、投影スクリーンに含まれる反射型スクリーンと透過型スクリーンとの間に吸収型偏光板を配置するようにすれば、投影スクリーンで反射されるべき特定の偏光成分の光と、透過されるべき前記特定の偏光成分と異なる偏光成分の光と、をより確実に分離することが可能となり、投影スクリーンの両面に同一又は異なる映像をより鮮明に表示することができる。

30

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0029】

まず、図1により、本発明の一実施の形態に係る透過反射両用投影スクリーンを備えた投影システムの構成について説明する。

40

【0030】

図1に示すように、本実施の形態に係る投影システム20は、透過反射両用投影スクリーン10と、投影スクリーン10上に映像光31を投射する映像投影ユニット21とを備えている。

【0031】

このうち、投影スクリーン10は、映像投影ユニット21から投射された映像光31を反射及び透過してその両面に映像を表示するものであり、支持基材13の両側にそれぞれ形成された反射型スクリーン11及び透過型スクリーン12を備えている。なお、反射型スクリーン11は支持基材13から見て映像投影ユニット21の側、透過型スクリーン1

50

2は支持基材13から見て映像投影ユニット21の反対側に配置されている。また、反射型スクリーン11及び透過型スクリーン12は、その両側に位置する観察者が各側から観察した場合に互いに少なくとも一部が重なって見えるような関係で配置されている。

【0032】

ここで、反射型スクリーン11は、投射された映像光31をその偏光成分に応じて分離する偏光分離機能を有しており、投射された映像光31のうち特定の偏光成分の光(右円偏光31R)を拡散しながら反射する。なお、反射型スクリーン11で反射された光は、前面側(映像投影ユニット21の側)へ向けて拡散反射光32として出射される。また、透過型スクリーン12は、映像光31のうち反射型スクリーン11で反射されずに透過した、前記特定の偏光成分と異なる偏光成分の光(左円偏光31L)を拡散しながら透過するものであり、その透過光は背面側(映像投影ユニット21の反対側)へ向けて透過拡散光33として出射される。ここで、反射型スクリーン11及び透過型スクリーン12はいずれも、略一定の拡散範囲で光を拡散させる拡散機能(散乱性)を有しており、拡散反射光32及び透過拡散光33は一定の散乱角を有している。なお、ここでいう「拡散」とは、投影スクリーン10で反射された反射光(拡散反射光32)又は投影スクリーン10を透過した透過光(拡散透過光33)を観察者が映像として認識することができる程度に拡げたり散乱させたりすることをいう。

10

【0033】

なお、投影スクリーン10を前面側及び背面側の各側から観察する場合の視野角は、反射型スクリーン11及び透過型スクリーン12のそれぞれの散乱角によって決定されるものであり、両側で同じ視野角でもよいし、どちらか一方が広くても、また、狭くてもよい。投影スクリーン10の各側での視野角の大きさには特に制限はないが、反射型スクリーン11及び透過型スクリーン12のそれぞれのスクリーン特性を考慮すると、視野角(すなわち散乱角)があまりに小さいと、色の分裂や、指向性による明るさの低下などが起こるので、視野角としては、 $\pm 10^\circ \sim \pm 50^\circ$ の範囲が好ましく、さらには $\pm 20^\circ \sim \pm 40^\circ$ の範囲が好ましい。

20

【0034】

映像投影ユニット21は、投影スクリーン10上に映像光31を投射するものであり、投影機22と、投影機22から出射された映像光の偏光状態を制御する偏光制御ホイール23とを有している。

30

【0035】

このうち、投影機22は、投影スクリーン10上に投射されるべき映像光を出射するものであり、例えば、液晶プロジェクターや、CRTプロジェクター、DMD素子によるプロジェクターなどの任意のものを用いることができる。

【0036】

偏光制御ホイール23は、投影機22から出射された映像光の偏光状態を制御して、旋光方向の異なる2種類の円偏光(右円偏光31R及び左円偏光31L)を含む映像光31を生成するものであり、偏光特性の異なる複数の領域に分割された偏光層や位相差層などからなる光学素子からなっている。より具体的には、偏光制御ホイール23は、図7に示すように、右円偏光のみを通過させる右円偏光領域23aと、左円偏光のみを通過させる左円偏光領域23bとを有する円板状部材からなり、これらが全体として一定の速度で回転することにより、映像光31に含まれる右円偏光31R及び左円偏光31Lが交互に時分割的に出射されるように構成されている。なお、偏光制御ホイール23は、図1に示すように、投影機22の出射口の手前に配置される他、投影機22の内部に内蔵されていてもよい。

40

【0037】

なお、映像投影ユニット21は、投影スクリーン10の反射型スクリーン11の側に配置されており、偏光制御ホイール23を介して出射された映像光31(右円偏光31R及び左円偏光31L)が投影スクリーン10の反射型スクリーン11に入射角θで入射するようになっている。なお、映像投影ユニット21から投射された映像光31の投影スクリー

50

ン10に対する入射角は、後述するように、背面側回折層12a(透過型スクリーン12)及び前面側回折層17, 17(反射型スクリーン11)の回折条件に基づいて決められている。

【0038】

ここで、映像投影ユニット21から投影スクリーン10上に投射される映像光31は、互いに異なる2種類の偏光を含んでいればよく、上述したような2種類の円偏光(右円偏光31R及び左円偏光31L)を含む場合に限らず、偏光軸が直交する2種類の直線偏光を含んでいてもよい。また、厳密な意味での円偏光及び直線偏光である必要はなく、楕円偏光(右楕円偏光及び左楕円偏光)などでもよい。なお、映像投影ユニット21から投影スクリーン10上に投射される映像光31が2種類の直線偏光を含む場合には、投影機22から出射された映像光の偏光状態を制御する偏光制御ホイール23が、偏光軸が直交する2種類の直線偏光領域を含むようにすればよい。ここで、映像投影ユニット21から投影スクリーン10上に投射される映像光31に含まれる偏光の種類は、反射型スクリーン11の持つ偏光分離機能の特性によって決定されるものであるが、映像投影ユニット21から投射される光そのものの偏光状態が、反射型スクリーン11で分離される光の偏光状態に合っている必要はなく、映像投影ユニット21と投影スクリーン10との間に配置される各種の部材(例えば、透明な仕切り板や、投影スクリーン10上の保護フィルムや位相差フィルムなど)を通過した後の光の偏光状態が、反射型スクリーン11で分離される光の偏光状態に合っていればよい。

10

【0039】

また、映像投影ユニット21から投影スクリーン10上に投射される映像光31の波長域は、特に限定されるものではないが、光の三原色である赤色(R)、緑色(G)及び青色(B)の波長域を含むことが好ましい。なお、映像投影ユニット21の投影機22として一般的に用いられる液晶プロジェクターなどは、赤色(R)、緑色(G)及び青色(B)の波長域にピーク強度を持っているので、映像投影ユニット21から投影スクリーン10上に投射される映像光31は、このような波長域に対応する波長域を持つ光とするとよい。具体的には例えば、投影スクリーン10に対して光が垂直に入射する場合を基準にして、選択反射中心波長が430~460nm、540~570nm及び580~620nmの範囲に存在する光を映像光31として投射するようにするとよい。なお、映像投影ユニット21から投影スクリーン10上に投射される映像光31は、上述したようなフルカラー光に限らず、レーザなどの単色光でもよい。

20

30

【0040】

なお、上述したような映像投影ユニット21において、投影機22から偏光制御ホイール23へ出射される映像光は、投影機22としてCRTプロジェクターやDLP(テキサス・インスツルメンツ社の商標)プロジェクターが用いられる場合には、無偏光状態の光となる。この場合、偏光制御ホイール23としては、直線偏光層及び1/4波長位相差層が入射側からこの順番で配置された円偏光フィルターが用いられ、これにより、無偏光状態の光が円偏光に変換される。ここで、偏光制御ホイール23は、図7に示すような複数の領域(右円偏光領域23a又は左円偏光領域23b)を有し、全体として一定の速度で回転する。また、投影機22から偏光制御ホイール23へ出射される映像光は、偏光制御ホイール23の各領域を通して偏光成分の異なる所望の映像光(反射用映像光又は透過用映像光)が時分割的に出射されるよう、偏光制御ホイール23の回転に合わせて、時分割的に制御される。なお、このような偏光制御ホイール23は、図7に示すように、2つの領域(右円偏光領域23a及び左円偏光領域23b)に分割される他、より多数の領域(例えば4つ又は8つの領域)に分割されてもよい。

40

【0041】

一方、映像投影ユニット21の投影機22として液晶プロジェクターが用いられる場合には、投影機22から偏光制御ホイール23へ出射される映像光は、特定の偏光状態の光(直線偏光)となる。この場合、偏光制御ホイール23としては、位相差層からなる位相差フィルターが用いられ、これにより、直線偏光が円偏光に変換される。ここで、偏光制御ホ

50

イル 2 3 は、偏光軸の異なる 2 種類の円偏光（右円偏光又は左円偏光）を得るための複数の領域（例えば、遅相軸が $+45^\circ$ 、 -45° の 2 種類の位相差領域）を有し、全体として一定の速度で回転する。また、投影機 2 2 から偏光制御ホイール 2 3 へ出射される映像光は、偏光制御ホイール 2 3 の各領域を通して偏光成分の異なる所望の映像光（反射用映像光又は透過用映像光）が時分割的に出射されるよう、偏光制御ホイール 2 3 の回転に合わせて、時分割的に制御される。なおこのとき、偏光制御ホイール 2 3 の各領域（例えば、遅相軸が $+45^\circ$ 、 -45° の 2 種類の位相差領域）は所定の向きの遅相軸を有しており、この遅相軸は、投影機 2 2 から偏光制御ホイール 2 3 へ出射される直線偏光の軸と特定の角度をなす。このため、投影機 2 2 から偏光制御ホイール 2 3 へ出射される直線偏光の軸と偏光制御ホイール 2 3 の各領域の遅相軸とが特定の角度（例えば 45° ）をなすタイミングでのみ投影機 2 2 から直線偏光が投射されるよう、投影機 2 2 と偏光制御ホイール 2 2 との間にシャッターを設け、偏光制御ホイール 2 3 の回転速度に合わせて当該シャッターを開閉するようにするとよい。なお、このような偏光制御ホイール 2 3 は、2 つの領域に分割されてもよいが、より好ましくは、より多数の領域（例えば 8 つの領域）に分割されるとよい。

【0042】

また、上述したような映像投影ユニット 2 1 において、投影スクリーン 1 0 上に投射される映像光 3 1 に含まれる右円偏光 3 1 R 及び左円偏光 3 1 L は、同一の映像を担う光であってもよいし、互いに異なる映像を担う光であってもよい。ここで、投影スクリーン 1 0 の両面に異なる映像を表示する場合には、投影機 2 2 により反射用映像光（投影スクリーン 1 0 のうち反射型スクリーン 1 1 の側の面に表示されるべき映像光）と透過用映像光（投影スクリーン 1 0 のうち透過型スクリーン 1 2 の側の面に表示されるべき映像光）とを時分割的に交互に投射するとともに、それぞれの映像光の投影タイミングに合わせて偏光制御ホイール 2 3 を回転させるとよい。これにより、異なる映像を担うそれぞれの映像光が、偏光制御ホイール 2 3 の対応する領域（右円偏光領域 2 3 a 又は左円偏光領域 2 3 b）を通過して、異なる偏光成分の光として投影スクリーン 1 0 上に投射されるので、投影スクリーン 1 0 の両面に異なる映像を実質的に同時に表示させることができる。なお、このような 1 台の映像投影ユニット 2 1（投影機 2 2）による偏光映像の制御方法については例えば特願 2 0 0 3 - 3 9 1 9 9 8 号にも詳細に記載されている。このような構成であれば、時分割的に交互に投射される反射用映像光と透過用映像光とが同一の映像を担うようにしたり、また、反射用映像光と透過用映像光とを一時的に切り替えたりすることも可能であり、利用環境に応じて多様に対応することが可能である。また、投影スクリーン 1 0 の両面に異なる映像を表示する場合には、例えば人の映像を表示する場合であれば、投影スクリーン 1 0 の各面に顔側の映像と背中側の映像とを同時に表示するというような応用も可能となる。

【0043】

なお、以上のような構成によれば、映像投影ユニット 2 1 から投影スクリーン 1 0 上に投射される映像光 3 1 は、投影スクリーン 1 0 の同一の面上に同一の方向から投射されればよく、投影スクリーン 1 0 の両面に同一の映像を表示する場合又は異なる映像を表示する場合のいずれであっても、投影スクリーン 1 0 の一方の側に 1 台の映像投影ユニット 2 1（投影機 2 2）のみを設ければよい。ただし、映像投影ユニット 2 1（投影機 2 2）を複数台設けることももちろん可能であり、この場合には、それぞれの映像投影ユニット（投影機）により、異なる偏光成分の光（同一又は異なる映像を担う映像光）を投射することが可能となる。

【0044】

以下、上述したような投影システム 2 0 で用いられる投影スクリーン 1 0 の詳細について説明する。

【0045】

（反射型スクリーン）

まず、投影スクリーン 1 0 に含まれる反射型スクリーン 1 1 について説明する。

【0046】

10

20

30

40

50

反射型スクリーン 11 は、特定の偏光成分の光（右円偏光 31R）を選択的に反射する偏光選択反射層 11a を有している。なお、偏光選択反射層 11a は、一般的な偏光板として用いられる吸収型の偏光層ではなく、2種類の偏光を反射光及び透過光として分離する偏光分離機能を有する偏光層である。

【0047】

偏光選択反射層 11a としては、例えば、コレステリック液晶構造を有する偏光分離フィルムなどを用いることができる。このような偏光分離フィルムなどからなる偏光選択反射層 11a は、コレステリック液晶構造における螺旋ピッチ長に応じた色（選択反射波長域）の範囲で、旋光方向の異なる2種類の円偏光（右円偏光及び左円偏光）を分離する機能を有する。なお、偏光選択反射層 11a としては、コレステリック液晶構造を有する偏光分離フィルム以外にも、屈折率の異なる複数のフィルムを積層した偏光分離フィルム（例えば、スリーエム（3M）社製の多層フィルム（D-BEF））などを用いることができる。このような偏光分離フィルムなどからなる偏光選択反射層 11a は、偏光軸が直交する2種類の直線偏光を分離する機能を有する。

10

【0048】

なお、偏光選択反射層 11a は、それ自体で拡散機能を有することが好ましい。これは、偏光選択反射層 11a とは別に、光を拡散させる拡散機能を有する部材（拡散層や防眩層など）を設けると、映像光以外の光も散乱してしまい、投影スクリーン 10 全体の透明性が欠如してしまうからである。

【0049】

ここで、コレステリック液晶構造からなる偏光選択反射層 11a は、螺旋軸の方向が異なる複数の螺旋構造領域を含んでいて、このようなコレステリック液晶構造の構造的な不均一性により、選択的に反射される光を拡散させる自己拡散性を有していることが好ましい。この場合、偏光選択反射層 11a は、特定の偏光成分の光を拡散させながら反射する一方で、その他の光については拡散させずに透過させるので、偏光選択反射層 11a を透過する映像光以外の光が散乱されることがない。ここで、コレステリック液晶構造が構造的な不均一性を有する状態とは、コレステリック液晶構造に含まれる螺旋構造領域の螺旋軸の方向がばらついた状態の他、ネマチックレイヤー面（液晶分子のダイレクターがXY方向で同一である面）の少なくとも一部が偏光選択反射層 11a の面に対して平行でないような状態（染色処理したコレステリック液晶構造膜の断面TEM写真を撮ったときに濃淡パターンで現われる層の1つなりの曲線が基板面と平行でない状態）や、コレステリック液晶からなる微粒子を顔料として分散させた状態などをいう。

20

30

【0050】

これに対し、一般的なコレステリック液晶構造は、プレーナー配向状態となっており、コレステリック液晶構造に含まれる各螺旋構造領域の螺旋軸の方向は全て層の厚さ方向に一樣に平行に延びており、選択的に反射される光は鏡面反射される。

【0051】

なお、偏光選択反射層 11a のコレステリック液晶構造に含まれる螺旋構造領域は、可視光域（例えば、400～700nmの波長域）の一部のみをカバーする特定の波長域の光を選択的に反射するように、特定の螺旋ピッチ長を有していることが好ましい。より具体的には、偏光選択反射層 11a のコレステリック液晶構造は、映像投影ユニット 21 から投射される映像光の波長域に対応する波長域の光のみを選択的に反射するように、不連続的に異なる少なくとも2種類以上の螺旋ピッチ長を有していることが好ましい。なお、上述したように、映像投影ユニット 21 の投影機 22 は一般に、光の三原色である赤色（R）、緑色（G）及び青色（B）の波長域の光によりカラー表示を実現しているので、例えば、偏光選択反射層 11a に対して光が垂直に入射する場合を基準にして、選択反射中心波長が430～460nm、540～570nm及び580～620nmの範囲に存在する光を選択的に反射するように、コレステリック液晶構造の螺旋ピッチ長を決定するようにするとよい。このようにして、映像投影ユニット 21 から投影スクリーン 10 上に投射される映像光 31 の波長域に対応する波長域の光のみを選択的に反射するようにするこ

40

50

とにより、外光や照明光などの環境光のうち上述した波長域から外れた範囲にある可視光域の光の反射を防止して映像のコントラスト（映像光 3 1 の反射効率）を高めることができ、より良い視認性を得ることができる。

【0052】

なお、赤色（R）、緑色（G）及び青色（B）の波長域として用いられる上記帯域は、光の三原色によって白色を表現するディスプレイに用いられるカラーフィルターや光源などの波長域として一般的なものである。ここで、赤色（R）、緑色（G）及び青色（B）の各色は特定の波長（例えば緑色（G）は代表的なものでは550nm）にピークを持つ輝線として表される。しかしながら、このような輝線にはある程度の幅があり、また、装置の設計や光源の種類などによって波長に差があることから、各色について、30～40nmの波長バンド幅を持つことが好ましい。

10

【0053】

ここで、赤色（R）、緑色（G）及び青色（B）の波長域が互いに独立した選択反射波長域として表される場合には、偏光選択反射層11aのコレステリック液晶構造は、不連続的に異なる3種類の螺旋ピッチ長を有することが好ましい。なお、赤色（R）及び緑色（G）の波長域は一つの螺旋ピッチ長での選択反射波長域の波長バンド幅に含まれる場合があるが、この場合には、コレステリック液晶構造は、不連続的に異なる2種類の螺旋ピッチ長を有することが好ましい。

【0054】

なお、偏光選択反射層11aのコレステリック液晶構造が不連続的に異なる2種類以上の螺旋ピッチ長を有する場合には、偏光選択反射層11aは、螺旋ピッチ長が互いに異なる少なくとも2層以上の部分選択反射層を互いに積層することにより構成することができる。なお、偏光選択反射層11a（又は偏光選択反射層11aを構成する各部分選択反射層）の厚さは、選択的に反射される特定の偏光成分の光を略100%反射する程度の大きさ（反射率が飽和する程度の大きさ）とすることが好ましい。これは、選択的に反射される特定の偏光成分の光（例えば右円偏光）に対して100%未満の反射率であれば、映像光を効率的に反射することができないからである。なお、偏光選択反射層11aの反射率は、直接的には螺旋ピッチ数に依存しているが、螺旋ピッチ長が固定であるとすれば間接的には偏光選択反射層11aの厚さに依存している。具体的には、100%の反射率を得るためには、4～8ピッチ程度必要といわれているので、偏光選択反射層11aを形成するための材料（例えばコレステリック規則性を示す液晶性組成物）の材料の種類や選択反射波長域にもよるが、例えば赤色（R）、緑色（G）及び青色（B）のいずれかの波長域の光を反射する一層分の部分選択反射層であれば1～10μm程度の厚さが必要である。一方で、部分選択反射層の厚さは、厚くなればなるほどよいというわけではなく、厚くなりすぎると配向の制御などが困難となったり、ムラが生じたり、また材料自体による光吸収の程度が大きくなるので、上述した範囲が適切である。

20

30

【0055】

なお、偏光選択反射層11aのコレステリック液晶構造は、光が斜めに入射した際にその選択反射波長域が短波長側へシフト（いわゆる「ブルーシフト」）するという光学特性を有しているので、映像投影ユニット21から投影スクリーン10上に投射される映像光31の投影スクリーン10に対する入射角に応じて、適宜、コレステリック液晶構造の螺旋ピッチ長を調節するようにすることが好ましい。

40

【0056】

（透過型スクリーン）

次に、投影スクリーン10に含まれる透過型スクリーン12について説明する。

【0057】

透過型スクリーン12は、反射型スクリーン11で反射されずに透過した光（左円偏光31L）を回折する背面側回折層12aを有している。

【0058】

背面側回折層12aとしては、例えば、透過型体積ホログラムを用いることが好ましい

50

。このような透過型体積ホログラムからなる背面側回折層 12 a は、背面側回折層 12 a の前面側から入射した光のうち背面側回折層 12 a の回折条件を満足する角度（透過型体積ホログラムのブラッグの回折条件を満足する角度）近傍で入射した光を、その偏光状態にかかわらず、入射方向とは異なる方向に回折するので、背面側回折層 12 a（透過型スクリーン 12）から出射する映像光（拡散透過光 33）を所望の方向から良好に視認することができ、また、当該映像光（拡散透過光 33）の視野角を容易に制御することができる。

【0059】

なお、背面側回折層 12 a は、それ自体で拡散機能を有することが好ましい。これは、背面側回折層 12 a とは別に、光を拡散させる拡散機能を有する部材（拡散層や防眩層など）を設けると、映像光以外の光も散乱してしまい、投影スクリーン 10 全体の透明性が欠如してしまうからである。

【0060】

ここで、拡散機能を有する背面側回折層 12 a を作製する方法としては、図 8 に示したような配置で透過型体積ホログラムの撮影を行う方法が挙げられる。すなわち、図 8 に示すように、フォトポリマーなどからなるホログラム感光材料 61 に面するように間隔をあけて透過散乱板 62 を略平行に配置した上で、透過散乱板 62 の裏面側から所定波長の照明光 63 で照明し、透過散乱板 62 の透過側に散乱光 64 を発生させる。そして、このようにして発生させた散乱光 64 を物体光としてホログラム感光材料 61 に入射させ、物体光である散乱光 64 と参照光である平行光 65 とを干渉させることにより、ホログラム感光材料 61 上に透過型体積ホログラムを記録する。なお、このようにして透過型体積ホログラムが記録されたホログラム感光材料 61 が最終的に、拡散機能を有する背面側回折層 12 a となる。ここで、このようにして作製される背面側回折層 12 a においては、当該背面側回折層 12 a の回折条件を満足する角度（透過型体積ホログラムのブラッグの回折条件を満足する角度）近傍で入射した光のみを拡散しながら回折するので、背面側回折層 12 a を透過する映像光以外の光が散乱されることがほとんどない。

【0061】

なお、通常、ホログラム感光材料 61 は支持基材上に支持されており、この支持基材として、プラスチックフィルムやガラスなどの材料が用いられ得る。ただし、映像光に特定の偏光成分のみが含まれる場合、ホログラム感光材料 61 の基材は TAC フィルム、ノルボルネン系耐熱透明樹脂、シクロオレフィンポリマーなどの複屈折が少ない基材であることが好ましい。

【0062】

また、背面側回折層 12 a は、可視光域（例えば 400 ~ 700 nm の波長域）に含まれる特定の波長域の光を選択的に回折することが好ましい。具体的には例えば、背面側回折層 12 a は、図 10 に示すように、可視光域（例えば 400 ~ 700 nm の波長域）の全体で光を効率良く回折する特性を持つとよい。またこれ以外にも、映像投影ユニット 21 から投射される映像光の波長域に対応する波長域の光のみを選択的に回折するように、可視光域（例えば 400 ~ 700 nm の波長域）の一部のみをカバーする特定の波長域の光（例えば、光の三原色である赤色（R）、緑色（G）及び青色（B）の波長域の光）を選択的に回折する特性を持つようにしてもよい。このようにして、映像投影ユニット 21 から投影スクリーン 10 上に投射される映像光 31 の波長域に対応する波長域の光のみを選択的に回折し、外光や照明光などの環境光のうち上述した波長域から外れた範囲にある可視光域の光と分離することによって、投影スクリーン 10 の背面側における映像のコントラストを高めることができ、より良い視認性を得ることができる。

【0063】

（支持基材）

次に、投影スクリーン 10 に含まれる支持基材 13 について説明する。

【0064】

支持基材 13 は、その両側にそれぞれ形成された反射型スクリーン 11 及び透過型スク

10

20

30

40

50

リーン 12 を支持するものであり、透明性が高く且つヘイズの小さいものであることが好ましい。

【0065】

支持基材 13 としては、例えば、ガラスや樹脂などの材料からなる板材又はフィルムを用いることができる。ここで、樹脂の材料には特に限定はなく、ポリカーボネート系高分子、ポリエチレンテレフタレートのようなポリエステル系高分子、ポリイミド系高分子、ポリスルホン系高分子、ポリエーテルスルホン系高分子、ポリスチレン系高分子、ポリエチレンやポリプロピレンのようなポリオレフィン系高分子、ポリビニルアルコール系高分子、酢酸セルロース系高分子、ポリ塩化ビニル系高分子、ポリアクリレート系高分子、ポリメチルメタクリレート系高分子などの熱可塑性ポリマーなどを用いることができる。

10

【0066】

また、支持基材 13 の透過率は任意に決定することができ、透明性を維持していれば特に限定はない。さらに、支持基材 13 の色についても同様であり、透明であれば、赤や青などの任意の色が付けられていてもよい。

【0067】

(投影スクリーンの作用)

次に、上述したような投影スクリーン 10 の作用について説明する。

【0068】

図 1 に示す投影システム 20 において、映像投影ユニット 21 から投影スクリーン 10 上に投射された映像光 31 は、偏光選択反射層 11a (反射型スクリーン 11) に入射する。

20

【0069】

そして、偏光選択反射層 11a (反射型スクリーン 11) に入射した映像光 31 のうち特定の偏光成分の光 (右円偏光 31R) は、偏光選択反射層 11a (反射型スクリーン 11) の偏光分離機能及び拡散機能により内部で拡散されながら反射し、拡散反射光 32 として投影スクリーン 10 の前面側に出射する。

【0070】

これに対し、偏光選択反射層 11a (反射型スクリーン 11) に入射した映像光 31 のうち前記特定の偏光成分と異なる偏光成分の光 (左円偏光 31L) は、偏光選択反射層 11a の偏光分離機能により透過し、背面側回折層 12a (透過型スクリーン 12) に入射する。このようにして背面側回折層 12a に入射した左円偏光 31L のうち背面側回折層 12a の回折条件を満足する角度 (透過型体積ホログラムのブラッグの回折条件を満足する角度) で入射した光は背面側回折層 12a で回折、拡散されて、透過拡散光 33 として投影スクリーン 10 に対して略垂直方向に出射する。

30

【0071】

以上により、投影スクリーン 10 の一方の面には反射型スクリーン 11 で反射された映像光 (拡散反射光 32) に基づく映像が表示される一方で、投影スクリーン 10 の他方の面には反射型スクリーン 11 を透過した映像光 (拡散透過光 33) に基づく映像が表示される。

【0072】

(投影スクリーンの製造方法)

次に、上述したような投影スクリーン 10 の製造方法について説明する。

【0073】

まず、支持基材 13 上に反射型スクリーン 11 を形成する。この場合には、例えば、支持基材 13 上に、コレステリック規則性を示す液晶性組成物を塗布した後、配向処理及び硬化処理を行うことにより、偏光選択反射層 11a を積層する。

【0074】

なおこのとき、偏光選択反射層 11a のコレステリック液晶構造がプレーナ配向状態とならないように制御する必要があるので、支持基材 13 としては、液晶性組成物が塗布される側の表面に配向能を有していないものを用いることが好ましい。ただし、支持基材

40

50

13のうち液晶性組成物が塗布される側の表面の材料が、延伸フィルムなどのように表面に配向能を有しているものであっても、支持基材13としての延伸フィルムの表面に表面処理を施したり、液晶性組成物の材料や、液晶性組成物を配向処理する際のプロセス条件などを制御することにより、偏光選択反射層11aのコレステリック液晶構造がプレーナ配向状態とならないように制御することが可能である。

【0075】

また、支持基材13のうち液晶性組成物が塗布される側の表面が配向能を有している場合には、偏光選択反射層11aと支持基材13との間に易接着層などの中間層を設けることにより、偏光選択反射層11aのコレステリック液晶構造の配向状態を制御し、偏光選択反射層11aのコレステリック液晶構造のうち中間層との界面近傍の液晶分子のダイレクターが複数の方向に向くようにすることも可能である。なお、易接着層などの中間層を設ける場合には、偏光選択反射層11aと支持基材13との間の密着性を高めることもできる。なお、このような中間層としては、偏光選択反射層11aの材質及び支持基材13の材質の両方に対して高い密着性が得られるものであればよく、一般に市販されているものを用いることができる。具体的には例えば、東洋紡社製の易接着層付PETフィルムA4100や、パナック社製の易接着材料AC-X、AC-L、AC-Wなどが挙げられる。

10

【0076】

ここで、このような中間層はバリア性を有してもよい。なお、バリア性を有する中間層は、液晶性組成物からなる偏光選択反射層11aの積層工程において、下層と上層とが混合しないようにするものであり、具体的には液晶成分の層間移動を防ぐ性質を有している。

20

【0077】

なお、支持基材13の表面が配向能を有しておらず、また、偏光選択反射層11aと支持基材13との間の密着性も十分高い場合には、必ずしも中間層を設ける必要はない。また、偏光選択反射層11aと支持基材13との間の密着性を高めるための方法としてはコロナ処理やUV洗浄などのプロセス的な方法を用いることもできる。

【0078】

なお、このような偏光選択反射層11a(反射型スクリーン11)の形成方法については、特願2003-165687号に詳細に記載されており、また、本発明の特徴部分には直接関係しないものであるので、ここでの詳細な説明は省略する。

30

【0079】

以上のようにして、支持基材13上に偏光選択反射層11aを積層した後、支持基材13のうち偏光選択反射層11a(反射型スクリーン11)が形成される側と反対側の表面上に、図8に示す方法で撮影した透過型体積ホログラムからなる背面側回折層12a(透過型スクリーン12)を貼り合わせる。

【0080】

これにより、支持基材13の両側にそれぞれ偏光選択反射層11a(反射型スクリーン11)及び背面側回折層12a(透過型スクリーン12)が形成された投影スクリーン10が製造される。

40

【0081】

このように本実施の形態によれば、映像投影ユニット21から映像光31が投射される投影スクリーン10が、投射された映像光31のうち特定の偏光成分の光(右円偏光31R)を拡散しながら反射する反射型スクリーン11と、投射された映像光31のうち反射型スクリーン11で反射されずに透過した、前記特定の偏光成分と異なる偏光成分の光(左円偏光31L)を拡散しながら透過する透過型スクリーン12とを備えているので、このような投影スクリーン10を備えた投影システム20において、投影スクリーン10の反射型スクリーン11の側に配置された映像投影ユニット21から投影スクリーン10上に、反射型スクリーン11で反射される右円偏光31Rを含む反射用映像光、及び、左円偏光31Lを含む透過用映像光を投射するようになれば、投影スクリーン10の一方の面

50

には反射型スクリーン11で反射された反射用映像光に基づく映像が表示される一方で、投影スクリーン10の他方の面には反射型スクリーン11を透過した透過用映像光に基づく映像が表示される。このため、映像投影ユニット21から投射される偏光特性の異なる反射用映像光及び透過用映像光が所望の映像を担うようにしておけば、投影スクリーン10の反射型スクリーン11の側に配置された映像投影ユニット21から投影スクリーン10の同一の面上に同一の方向から映像光31を投射するような態様であっても、投影スクリーン10の両面に同一又は異なる映像を表示することができる。

【0082】

また、本実施の形態によれば、投影スクリーン10の反射型スクリーン11が、特定の偏光成分の光を選択的に反射する偏光選択反射層11aを有し、その偏光分離機能により、特定の偏光成分の光（例えば右円偏光31R）のみを選択的に反射するので、偏光特性のない外光や照明光などの環境光を反射型スクリーン11で約50%しか反射しないようにすることができる。このため、白表示などの明表示の部分の明るさが同じ場合でも、黒表示などの暗表示の部分の明るさを略半分にして、映像のコントラストを略2倍にすることができる。このため、このような投影スクリーン10を備えた投影システム20によれば、明るい環境光の下でも映像を鮮明に表示することができる。

【0083】

さらに、本実施の形態によれば、投影スクリーン10の反射型スクリーン11に含まれる偏光選択反射層11aが、それ自体で拡散機能を有するコレステリック液晶構造からなり、特定の偏光成分の光を拡散させながら反射する一方で、その他の光については拡散させずに透過させるので、映像光以外の偏光選択反射層11aを透過する光が散乱されることがほとんどない。また、透過型スクリーン12が、反射型スクリーン11で反射されずに透過した光を回折する透過型体積ホログラムからなるとともに拡散機能を有した背面側回折層12aを有し、当該背面側回折層12aの回折条件を満足する角度（透過型体積ホログラムのブラッグの回折条件を満足する角度）近傍で入射した光のみを拡散しながら回折するので、映像光以外の背面側回折層12aを透過する光が散乱されることがほとんどない。すなわち、このようにすれば、投影スクリーン10において拡散される光は特定の偏光状態及び特定の入射角の光のみとなるので、特定の偏光状態及び特定の入射角でもって投影スクリーン10上に投射される映像光31のみが効率的に散乱されることとなる。このため、投影スクリーン10上に映像光31が投射されている投影時には、投影スクリーン10の表裏両面で映像をはっきりと視認することができる一方で、投影スクリーン10上に映像光31が投射されていない非投影時には、投影スクリーン10の裏側の背景などを鮮明な状態で見ることができる。また、投影時でも映像光31が投射されていない部分では、投影スクリーン10の裏側の背景などを鮮明な状態で見ることができる。これにより、投影スクリーン10は、透明性に優れたシースルータイプの投影スクリーンとして好適に用いられる。なお、投影スクリーンとして一般的な拡散シートなどを用いた場合には、ある程度の光を通しつつ、映像を投影スクリーン上で結像することができるが、それは、擦りガラスのような霧がかかった外観に近く、投影スクリーン裏側の様子をはっきり見ることができない。

【0084】

さらに、本実施の形態によれば、投影スクリーン10の透過型スクリーン12が、透過型体積ホログラムからなる背面側回折層12aを有しているので、背面側回折層12aの前面側から入射した光のうち背面側回折層12aの回折条件を満足する角度（透過型体積ホログラムのブラッグの回折条件を満足する角度）近傍で入射した光を、その偏光状態にかかわらず、入射方向とは異なる方向に回折するので、透過型スクリーン12から出射する映像光（拡散透過光33）を所望の方向から良好に視認することができる。また、当該映像光（拡散透過光33）の視野角を容易に制御することができる。

【0085】

さらに、本実施の形態によれば、投影スクリーン10の同一の面上に同一の方向から映像光31を投射することにより、投影スクリーン10の両面に同一又は異なる映像を同時

10

20

30

40

50

に表示することができるので、投影スクリーン10の一方の側に1台の映像投影ユニットのみを配置するだけで投影システム20を構成することができ、投影システム20の構成が非常に簡易なものとなる。

【0086】

他の実施の形態

なお、上述した実施の形態においては、反射型スクリーン11と透過型スクリーン12との間に支持基材13を配置しているが、これに限らず、図2に示すように、反射型スクリーン11と透過型スクリーン12との間に吸収型偏光板14を配置していてもよい。吸収型偏光板14は、反射型スクリーン11で反射されるべき特定の偏光成分の光を吸収するものであり、反射型スクリーン11の持つ偏光分離機能に合った偏光板が用いられる。具体的には例えば、反射型スクリーン11が円偏光を分離するものである場合には、吸収型偏光板14として、図2に示すような、位相差層15及び直線偏光層16からなる円偏光板が用いられる。なお、このような位相差層15及び直線偏光層16からなる円偏光板には裏表の別があり、図2に示すような構成の場合には、反射型スクリーン11の側に位相差層15を配置し、透過型スクリーン12の側に直線偏光層16を配置することが好ましい。これに対し、反射型スクリーン11が直線偏光を分離するものである場合には、吸収型偏光板14として、直線偏光板が用いられる。このようにして、反射型スクリーン11と透過型スクリーン12との間に吸収型偏光板14を配置することにより、投影スクリーン10で反射及び透過されるべき2種類の偏光をより確実に分離することが可能となり、投影スクリーン10の両面に同一又は異なる映像をより鮮明に表示することができる。なお、吸収型偏光板14は、その透過率が低くなると、その色味がグレーになるので、透明性を確保しつつ映像の黒を効果的に表現することができる。なお、ここで用いられる吸収型偏光板14としては、防眩層などのようなヘイズの高いものは好ましくなく、透明性が高く且つヘイズの小さいものであることが好ましい。

10

20

【0087】

また、上述した実施の形態においては、投影スクリーン10に含まれる反射型スクリーン11が偏光選択反射層11aのみを有しているが、これに限らず、図3に示す投影システム20のように、反射型スクリーン11の偏光選択反射層11aの前面側に、偏光選択反射層11aで反射された光を回折することにより当該光の出射方向を制御する前面側回折層17が配置されていてもよい。ここで、前面側回折層17は、透過型体積ホログラムからなることが好ましい。この場合、前面側回折層17は、前面側回折層17の背面側から入射した光のうち前面側回折層17の回折条件を満足する角度（透過型体積ホログラムのブラッグの回折条件を満足する角度）近傍で入射した光を、その偏光状態にかかわらず、入射方向とは異なる方向（例えば投影スクリーン10に対して略垂直方向）に回折するので、前面側回折層17（反射型スクリーン11）から出射する映像光（拡散反射光32）を所望の方向から良好に視認することができ、また、当該映像光の視野角を容易に制御することができる。

30

【0088】

具体的には、図3に示す投影システム20において、映像投影ユニット21から投影スクリーン10上に投射された映像光31は、反射型スクリーン11の前面側回折層17で回折されることなく透過して、偏光選択反射層11aに入射する。

40

【0089】

そして、偏光選択反射層11a（反射型スクリーン11）に入射した映像光31のうち特定の偏光成分の光（右円偏光31R）は、偏光選択反射層11aの偏光分離機能及び拡散機能により内部で拡散されながら反射し、前面側回折層17に背面側から入射する。このようにして前面側回折層17に入射した光は拡散光であり、最終的に前面側回折層17を透過して拡散反射光32として投影スクリーン10の前面側に出射する。なおこのとき、反射型スクリーン11の前面側回折層17に入射した光のうち前面側回折層17の回折条件を満足する角度（透過型体積ホログラムのブラッグの回折条件を満足する角度）で入射した光は前面側回折層17で回折されて投影スクリーン10に対して略垂直方向に出射

50

する。

【0090】

これに対し、偏光選択反射層11a(反射型スクリーン11)に入射した映像光31のうち前記特定の偏光成分と異なる偏光成分の光(左円偏光31L)は、偏光選択反射層11aの偏光分離機能により透過し、背面側回折層12a(透過型スクリーン12)に入射する。このようにして背面側回折層12aに入射した左円偏光31Lは、背面側回折層12aの拡散機能により内部で拡散されながら透過し、透過拡散光33として投影スクリーン10の背面側に出射する。なおこのとき、背面側回折層12aに入射した光のうち背面側回折層12aの回折条件を満足する角度(透過型体積ホログラムのブラッグの回折条件を満足する角度)で入射した光は背面側回折層12aで回折されて投影スクリーン10に対して略垂直方向に出射する。

10

【0091】

なお、図3に示す投影スクリーン10では、反射型スクリーン11に含まれる偏光選択反射層11aの前面側に前面側回折層17を配置しているので、投影スクリーン10に対する映像光31の入射角の値を十分大きくしても、反射型スクリーン11で反射される拡散反射光32を投影スクリーン10に対して略垂直方向に出射することが可能となる。このため、投影スクリーン10の反射型スクリーン11で反射される映像光(拡散反射光32)と、投影スクリーン10の前面側の表面(前面側回折層17の表面)で反射される界面反射光34とを確実に分離することができ、このため、投影スクリーン10の表面における界面反射によって生じる映り込みを効果的に抑えることができる。

20

【0092】

また、図3に示す投影スクリーン10では、反射型スクリーン11及び透過型スクリーン12のいずれも、透過型体積ホログラムからなる回折層(前面側回折層17及び背面側回折層12a)を有しているので、投影スクリーン10の前面側及び背面側に出射される拡散反射光32及び拡散透過光33の投影スクリーン10に対する出射方向を、映像光31の入射角にかかわらず、垂直方向を含む任意の方向に制御することができる。

【0093】

なお、図3に示す投影スクリーン10では、反射型スクリーン11に含まれる偏光選択反射層11aが拡散機能を有する一方で、前面側回折層17が拡散機能を有しない態様となっているが、偏光選択反射層11a及び前面側回折層17の少なくとも一方が拡散機能を有していればよく、例えば、図4に示すように、拡散機能を有しない偏光選択反射層11aと、拡散機能を有する前面側回折層17とを組み合わせてもよい。また、図5に示すように、拡散機能を有する偏光選択反射層11aと、拡散機能を有する前面側回折層17とを組み合わせてもよい。なお、図5に示すように、偏光選択反射層11a及び前面側回折層17がいずれも拡散機能を有している場合には、両方の拡散機能を組み合わせることで広い散乱角を持たせることが可能となり、投影スクリーン10の視野角(例えば縦方向の視野角など)を幅広く柔軟に設定することができる。

30

【0094】

ここで、拡散機能を有する前面側回折層17を作製する方法としては、上述した背面側回折層12aを作製する方法(図8に示す方法)と同様の方法を用いることができる。これに対し、拡散機能を有しない前面側回折層17を作製する方法としては、図9に示すような配置で透過型体積ホログラムの撮影を行う方法が挙げられる。すなわち、図9に示すように、フォトリソグラフィなどからなるホログラム感光材料61に平行光66を物体光として略垂直に入射させるとともに、平行光67を参照光として入射させ、物体光である平行光66と参照光である平行光67とを干渉させることにより、ホログラム感光材料61上に透過型体積ホログラムを記録する。なお、このようにして透過型体積ホログラムが記録されたホログラム感光材料61が最終的に、拡散機能を有しない前面側回折層17となる。

40

【0095】

なお、前面側回折層17, 17'は、上述した背面側回折層12aと同様に、可視光域

50

(例えば400~700nmの波長域)に含まれる特定の波長域の光を選択的に回折したり、映像投影ユニット21から投射される映像光の波長域に対応する波長域の光のみを選択的に回折したりするとよい。

【0096】

さらに、上述した実施の形態において、反射型スクリーン11は、図6に示すように、偏光選択反射層11aの前面側に、偏光選択反射層11aに入射する光に位相差を与える位相差層18をさらに有していてもよい。なお、反射型スクリーン11が偏光選択反射層11aの前面側に前面側回折層17を有している場合には、位相差層18は、図6に示すように、偏光選択反射層11aと前面側回折層17との間に配置する他、前面側回折層17のさらに前面側に配置してもよい。このようにして位相差層18を配置することにより、偏光選択反射層11aに斜め方向から入射する光の偏光の歪みなどを解消することができ、偏光選択反射層11aでの偏光分離の効率を高めることができる。また、映像投影ユニット21から投射される光そのものの偏光状態が、偏光選択反射層11aで分離される光の偏光状態に合っていない場合でも、位相差層18の持つ位相差量を適宜調整することにより、偏光選択反射層11aに入射する光の偏光状態を最適化することができる。

10

【0097】

さらに、上述した実施の形態において、投影スクリーン10は、図6に示すように、反射型スクリーン11の前面側及び透過型スクリーン12の背面側の表面に、機能性保持層19をさらに有していてもよい。機能性保持層19としては、各種のものを用いることができるが、例えば、ハードコート層(HC層)、反射防止層(AR層)、紫外線吸収層(UV吸収層)及び帯電防止層(AS層)などが挙げられる。ここで、ハードコート層(HC層)は、投影スクリーン10の表面を保護して傷付きや汚れの付着などを防止するための層である。反射防止層(AR層)は、投影スクリーン10の表面での光の界面反射を抑えるための層である。紫外線吸収層(UV吸収層)は、投影スクリーン10に入射する光のうち液晶性組成物を黄色へ変化させる原因となる紫外線成分を吸収するための層である。帯電防止層(AS層)は、投影スクリーン10で生じる静電気を除去するための層である。なお、機能性保持層19は、透明性が高く且つヘイズの小さいものであることが好ましい。また、機能性保持層19は、複屈折性が小さく、通過する光の偏光状態を変化させないものであることが好ましい。ただし、機能性保持層19が、上述した位相差層18の機能を併せ持つものとして設計される場合には、所望の複屈折性を有していてもよい。

20

30

【0098】

なお、図1乃至図6に示す投影スクリーン10の各構成において、それぞれの光学部材(偏光選択反射層11a、11a、背面側回折層12a、支持基材13、吸収型偏光板14(位相差層15及び直線偏光層16)、前面側回折層17、17、位相差層18及び機能性保持層19など)は、粘着シートや接着層などの粘着性材料を介して互いに密着した状態で貼り合わされることが好ましい。この場合、各光学部材と粘着性材料との間の界面での界面反射による偏光の乱れを防止するため、各光学部材の平均屈折率に近い粘着性材料を用いることが好ましい。

【実施例】

【0099】

次に、上述した実施の形態の具体的実施例について述べる。

40

【0100】

紫外線硬化型のネマチック液晶からなる主剤(94.7重量%)にカイラル剤(5.3重量%)を添加したモノマー混合液晶をシクロヘキサノンに溶解し、510nmに選択反射中心波長を有する第1のコレスティック液晶溶液を調整した。なお、第1のコレスティック液晶溶液には、光重合開始剤(Ciba Speciality Chemicals社製)を5重量%添加した。

【0101】

そして、以上のようにして調整した第1のコレスティック液晶溶液を、200mm×200mmのPETフィルム上に易接着層を成膜した基材(ルミラー/AC-X、パナック

50

社製)上に、バーコート法により塗布した。

【0102】

次に、80 のオーブンで90秒加熱し、配向処理(乾燥処理)を行い、溶媒が除去されたコレステリック液晶層を得た。

【0103】

その後、コレステリック液晶層に対して365nmの紫外線を50mW/cm²で1分間照射し、コレステリック液晶層を硬化させることにより、510nmに選択反射中心波長を有する1層目の部分選択反射層を得た。

【0104】

同様に、第2のコレステリック液晶溶液を、1層目の部分選択反射層上に直接塗布し、配向処理(乾燥処理)及び硬化処理を行った。これにより、640nmに選択反射中心波長を有する2層目の部分選択反射層を得た。なお、第2のコレステリック液晶溶液は、第1のコレステリック液晶溶液と同様の手法により調整されたものであり、ネマチック液晶とカイラル剤との混合比率を制御することにより、640nmに選択反射中心波長を有するようにした。 10

【0105】

同様に、第3のコレステリック液晶溶液を、2層目の部分選択反射層上に直接塗布し、配向処理(乾燥処理)及び硬化処理を行った。これにより、700nmに選択反射中心波長を有する3層目の部分選択反射層を得た。なお、第3のコレステリック液晶溶液は、第1のコレステリック液晶溶液と同様の手法により調整されたものであり、ネマチック液晶とカイラル剤との混合比率を制御することにより、700nmに選択反射中心波長を有するようにした。 20

【0106】

以上により、斜め約30°の方向から光が入射した場合に青色(B)の波長域の光を選択的に反射する1層目の部分選択反射層と、斜め約30°の方向から光が入射した場合に緑色(G)の波長域の光を選択的に反射する2層目の部分選択反射層と、斜め約30°の方向から光が入射した場合に赤色(R)の波長域の光を選択的に反射する3層目の部分選択反射層とが、基材側から順に積層された偏光選択反射層(CLCスクリーンとも呼ぶ)を得た。なお、1層目の部分選択反射層の厚さは3μm、2層目の部分選択反射層の厚さは4μm、3層目の部分選択反射層の厚さは5μmとした。 30

【0107】

なお、このようにして得られた偏光選択反射層の各部分選択反射層のコレステリック液晶構造は不均一性を示し、入射光である右円偏光に対する拡散角は±40°であった。

【0108】

一方、背面側回折層は、感光性材料からなる体積ホログラム層を有したフィルムを準備し、このフィルムの体積ホログラム層に透過型体積ホログラムを記録することによって、作製された。

【0109】

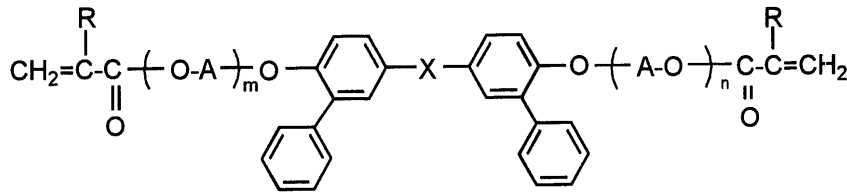
具体的には、50μmの厚さを有する支持基材としてのルミラーT60(東レ社製、未処理PETフィルム商品名)上に、以下の組成物インキの感光性材料を乾燥後の膜厚が13μmとなるように塗布し、その後乾燥して体積ホログラム層を形成し、剥離紙としてSP-PET03-BU(トーセコ製、表面剥離処理PETフィルムの商品名)をラミネートして、ルミラーT60/体積ホログラム層/SP-PETからなるフィルムを作製した。 40

組成物

- ・ポリメチルメタクリレート系樹脂(分子量200,000) 70質量部
- ・以下の一般式(1)でR=H、X=p-ピフェニルメチリレン基、m=n=1 150質量部
- ・3,9-ジエチル-3'-カルボキシメチル-2,2'-チアカルボシアニン、ヨウ素塩 0.6質量部 50

- ・ジフェニルヨードニウム - トリフルオロメタンスルホネート 6 質量部
- ・1, 6 - ヘキサンジオールジグリシジルエーテル 80 質量部
- ・溶媒 (n - ブタノール : メチルイソブチルケトン = 1 : 1) 390 質量部

【化1】



(1)

(式中、Rは水素原子またはメチル基、Aはエチレン基またはプロピレン基、Xはp-ビフェニルメチレン基またはフルオレニリデン基を示し、m、nは各々1以上であり、m+nは2.0~8.0の範囲の数である。)

【0110】

作製されたフィルムの体積ホログラム層へ、図8に示す配置にて、参照光および物体光として波長514nmのレーザ光を用いて透過型体積ホログラムを記録し、100で10分間加熱した。具体的には、図8の配置において、粗さ1000番、大きさ500mm×500mmのすりガラスを透過型拡散板として用い、この透過型拡散板を、大きさ300×300mmの体積ホログラム層に対向するようにして430mmだけ離間して配置した。透過散乱板に略垂直に光を入射して透過散乱板の透過側に物体光としての散乱光を発生させ、この散乱光を体積ホログラム層に入射させた。また、参照光としての略平行光を、略30°の入射角で体積ホログラム層へ入射させた。その後、高圧水銀灯を用い、3000mJ/cm²で露光(365nm換算)して、ホログラムを定着させた。作製された回折層(透過型体積ホログラム)は、30°入射、0°回折であり、中心部にて±30°の拡散角を有していた。

【0111】

以上のようにして作製された偏光選択反射層および剥離紙を剥がした背面側回折層(透過型体積ホログラム)を200mm×200mmのサイズで準備し、同サイズのガラスの両面にそれぞれ貼り合わせ、実施例1に係る投影スクリーンを得た。貼り合わせには基材レス粘着フィルム(パナック社製)を用いた。なお、実施例1に係る投影スクリーンは、図1に示す投影スクリーンに対応するものである。

【0112】

実施例2に係る投影スクリーンは、実施例1の投影スクリーンに前面側回折層をさらに貼り合わせて作製された。前面側回折層は、実施例1と同様のフィルムの体積ホログラム層へ、図9に示す配置にて、参照光および物体光としての2本の略平行光をそれぞれ30°および0°の入射角で入射することにより透過型体積ホログラムを記録し、作製されたものである。作製された前面側回折層は拡散性を有していない。このような実施例2に係る投影スクリーンは、図3に示す投影スクリーンに対応するものである。すなわち、前面側回折層は、前面側から入射した映像光の入射角が前面側回折層の回折角に合わなく、かつ、偏光選択反射層によって反射され背面側から入射した映像光の入射角が前面側回折層の回折角に合うように、偏光選択反射層の前面側に貼り付けられた。

【0113】

実施例3に係る投影スクリーンには、実施例2の投影スクリーンと同様に、背面側回折層と、偏光選択反射層と、前面側回折層とが設けられた。実施例3に係る投影スクリーンの背面側回折層および前面側回折層は、実施例1の背面側回折層と同様の方法で作製された。また、実施例3に係る投影スクリーンの偏光選択反射層は、表面に配向能を付与された支持基材を用いて作製された。これ以外の点において、本実施例の偏光選択反射層は、実施例1の偏光選択反射層と同様の方法で作製された。このようにして得られた実施例3

に係る投影スクリーンの偏光選択反射層の各部分選択反射層のコレステリック液晶構造は、ブローナー配向であった。このような実施例3に係る投影スクリーンは、図4に示す投影スクリーンに対応するものである。すなわち、前面側回折層は、前面側から入射した映像光の入射角が前面側回折層の回折角に合わなく、かつ、偏光選択反射層によって反射され背面側から入射した映像光の入射角が前面側回折層の回折角に合うように、偏光選択反射層の前面側に貼り付けられた。

【0114】

実施例4に係る投影スクリーンには、実施例2および実施例3の投影スクリーンと同様に、背面側回折層と、偏光選択反射層と、前面側回折層とが設けられた。実施例4に係る投影スクリーンの背面側回折層および前面側回折層は、実施例1の背面側回折層と同様の方法で作製された。また、実施例3に係る投影スクリーンの偏光選択反射層は、実施例1の偏光選択反射層と同様の方法で作製された。このような実施例3に係る投影スクリーンは、図5に示す投影スクリーンに対応するものである。すなわち、前面側回折層は、前面側から入射した映像光の入射角が前面側回折層の回折角に合わなく、かつ、偏光選択反射層によって反射され背面側から入射した映像光の入射角が前面側回折層の回折角に合うように、偏光選択反射層の前面側に貼り付けられた。

10

【0115】

次に、このようにして得られた投影スクリーンを、プラス社製のDLP（テキサス・インスツルメンツ社の商標）プロジェクター（投影機）と組み合わせ、投影システムを構成した。ここで、投影機の出射口には、投影機から出射された映像光が円偏光となるように円偏光制御ホイルを配置した。なお、円偏光制御ホイルは、スリーエム（3M）社製の右円偏光板及び左円偏光板を組み合わせたものであり、最終的に得られる円板状部材の等分された2つの領域に、右円偏光板及び左円偏光板のそれぞれが配置されたようなものとした。また、円偏光制御ホイルには、当該円偏光制御ホイルを映像光の出射方向に対してほぼ垂直な面に沿って回転させる機構を取り付けた。

20

【0116】

このような投影システムにおいて、投影スクリーンは、床に対して垂直に設置した。また、投影機は、投影スクリーンのCLCスクリーンの側から入射した光の入射角が背面側回折層（ホログラムスクリーン）の回折角に合うように、すなわち、映像光の投影スクリーンへの入射角が30°となるよう、投影スクリーンに対して斜め約30°の方向から映像光が入射する関係で投影機を配置した。

30

【0117】

この状態で、投影機により投影スクリーン上に映像光を投射し、映像を観察した。なお、実施例2乃至4に係る投影スクリーンにおいては、投影機から投影スクリーンに入射する映像光の入射角が前面側回折層の回折角に合わなく、かつ、偏光選択反射層によって反射され背面側から入射する映像光の入射角が前面側回折層の回折角に合っていた。

【0118】

投影機から出射された映像光が円偏光制御ホイルの第1領域（右円偏光板が配置されている領域）を通過するようにした場合、実施例1乃至4に係る投影スクリーンのすべてにおいて、投影機が配置されている側で映像が鮮明に表示された。また、投影機から出射された映像光が円偏光制御ホイルの第2領域（左円偏光板が配置されている領域）を通過するようにした場合、実施例1乃至4に係る投影スクリーンのすべてにおいて、投影機が配置されている側の反対側で映像が鮮明に表示された。さらに、投影機から出射される映像光を一定間隔（1/60秒間隔）で異なる映像に切り替え、それに合わせて円偏光制御ホイルを回転させたところ、実施例1乃至4に係るすべての投影スクリーンの表裏で異なる映像が鮮明に表示された。

40

【0119】

また、実施例1乃至4に係る投影スクリーンのすべてにおいて、投影スクリーン上に映像光が投射されていない非投影時には、投影スクリーンの裏側の景色などを鮮明な状態で見ることができ、投影スクリーンがシースルーの状態にあることが確認できた。また、実

50

施例 1 乃至 4 に係る投影スクリーンのすべてにおいて、映像光が投射されていない部分では、投影時でも投影スクリーンの裏側の景色などを鮮明な状態で見ることができた。

【0120】

実施例 1 の投影スクリーンでは、背面において、映像光がスクリーンの略垂直方向に回折されており、コントラストの高い映像が表示された。実施例 2 乃至 4 の投影スクリーンでは、前面および背面の両面において、映像光がスクリーンの略垂直方向に回折されており、コントラストの高い映像が表示された。なお、投影スクリーンの投影機側（前面側）において、投影スクリーンに垂直な方向から表示される映像を観察したところ、実施例 1 の投影スクリーンに比べて、実施例 2 乃至 4 の投影スクリーンにおいては、よりコントラストの高い映像を観察することができた。

10

【図面の簡単な説明】

【0121】

【図 1】本発明の一実施の形態に係る透過反射両用投影スクリーンを備えた投影システムを示す概略図。

【図 2】図 1 に示す透過反射両用投影スクリーンの一変形例を備えた投影システムを示す概略図。

【図 3】図 1 に示す透過反射両用投影スクリーンの他の変形例を備えた投影システムを示す概略図。

【図 4】図 1 に示す透過反射両用投影スクリーンのさらに他の変形例を備えた投影システムを示す概略図。

20

【図 5】図 1 に示す透過反射両用投影スクリーンのさらに他の変形例を備えた投影システムを示す概略図。

【図 6】図 1 乃至図 5 に示す投影システムで用いられる透過反射両用投影スクリーンの一変形例を示す概略断面図。

【図 7】図 1 乃至図 5 に示す投影システムで用いられる映像投影ユニットの作用を説明するための概略斜視図。

【図 8】本発明の一実施の形態に係る透過反射両用投影スクリーンで用いられる回折層（拡散機能を有する回折層）の作製方法を説明するための概略図。

【図 9】本発明の一実施の形態に係る透過反射両用投影スクリーンで用いられる回折層（拡散機能を有しない回折層）の作製方法を説明するための概略図。

30

【図 10】本発明の一実施の形態に係る透過反射両用投影スクリーンで用いられる回折層の回折特性（波長と回折効率との関係）を示す図。

【符号の説明】

【0122】

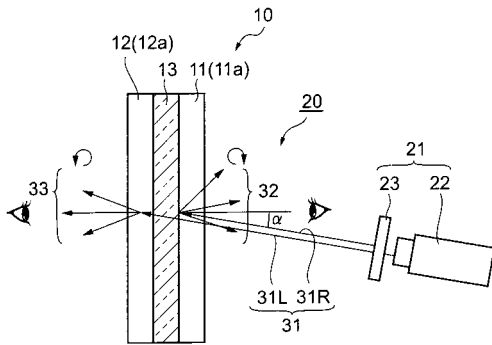
- 10 透過反射両用投影スクリーン
- 11 反射型スクリーン
- 11a, 11a 偏光選択反射層
- 12 透過型スクリーン
- 12a 背面側回折層
- 13 支持基材
- 14 吸収型偏光板
- 15 位相差層
- 16 直線偏光層
- 17, 17 前面側回折層
- 18 位相差層
- 19 機能性保持層
- 20 投影システム
- 21 映像投影ユニット
- 22 投影機
- 23 偏光制御ホイール

40

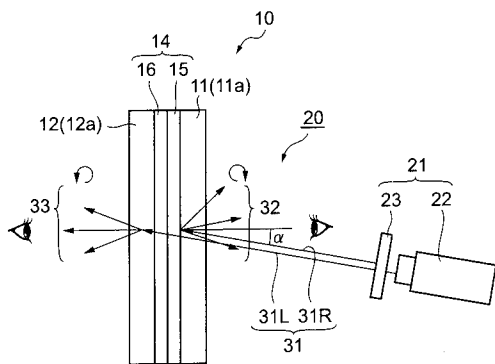
50

- 2 3 a 右円偏光領域
 - 2 3 b 左円偏光領域
 - 3 1 映像光
 - 3 1 R 右円偏光 (反射用映像光)
 - 3 1 L 左円偏光 (透過用映像光)
 - 3 2 拡散反射光
 - 3 3 拡散透過光
 - 3 4 界面反射光
 - 6 1 ホログラム感光材料
 - 6 2 透過散乱板
 - 6 3 照明光
 - 6 4 物体光 (散乱光)
 - 6 5 参照光 (平行光)
 - 6 6 物体光 (平行光)
 - 6 7 参照光 (平行光)
- 入射角

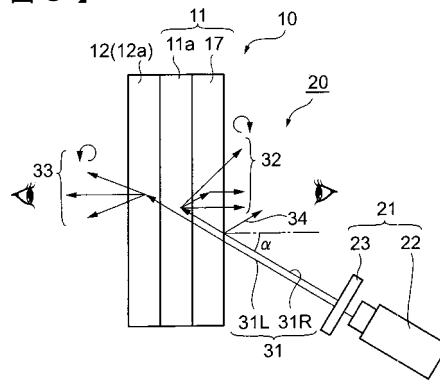
【 図 1 】



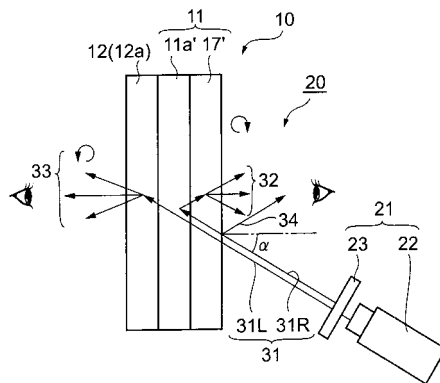
【 図 2 】



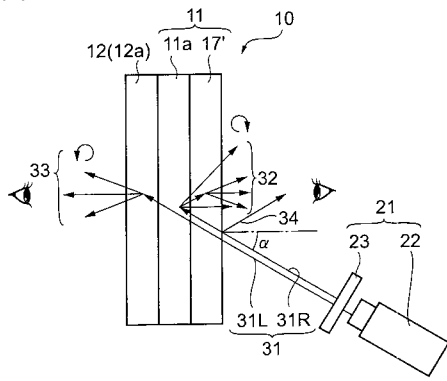
【 図 3 】



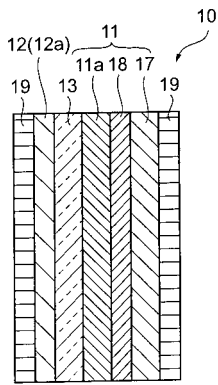
【 図 4 】



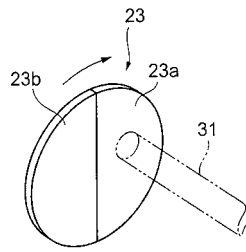
【 図 5 】



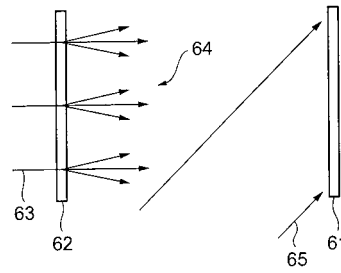
【 図 6 】



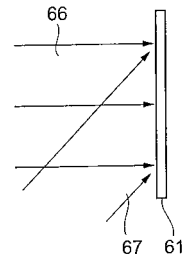
【 図 7 】



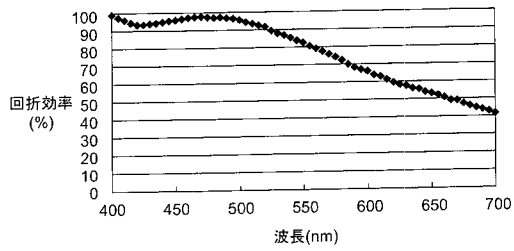
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

- (72)発明者 熊澤 誠子
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
- (72)発明者 梅谷 雅規
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
- (72)発明者 渡部 壮周
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
- (72)発明者 山内 豪
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内

Fターム(参考) 2H021 BA01 BA21 BA27
2H049 BA02 BA05 BA06 BA42 BB03 BC04 BC09 BC22 CA05 CA11
CA22
2K103 AA16 AA17 BC14 BC32 CA01