

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 2 区分

【発行日】平成 19 年 8 月 9 日 (2007.8.9)

【公開番号】特開 2006-39043 (P2006-39043A)

【公開日】平成 18 年 2 月 9 日 (2006.2.9)

【年通号数】公開・登録公報 2006-006

【出願番号】特願 2004-216035 (P2004-216035)

【国際特許分類】

G 0 2 B 23/26 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

F 2 1 V 8/00 (2006.01)

G 0 2 B 6/32 (2006.01)

【F I】

G 0 2 B 23/26 B

A 6 1 B 1/00 3 0 0 T

F 2 1 V 8/00 L

G 0 2 B 6/32

【手続補正書】

【提出日】平成 19 年 6 月 7 日 (2007.6.7)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源から出射される照明光を拡散させるために配置された照明光学系において、

前記照明光学系を構成する光学素子の少なくとも一面を砂目状とし、該砂目状の面の算術平均粗さを $0.05 \sim 0.75 [\mu m]$ の範囲となるように構成し、前記砂目状の面における面形状のうねり回数が該光学素子の直径方向に対して 20 回以下、うねりの P V 値が $50 [\mu m]$ 以下であることを特徴とする照明光学系。

【請求項 2】

前記光源として、ライトガイドファイバ束又は発光素子を用いたことを特徴とする請求項 1 に記載の照明光学系。

【請求項 3】

前記砂目状とした面の屈折力を n としたとき、次の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 及び 2 に記載の照明光学系。

$$\frac{1}{r} > 0.1$$

ここで、 n は面の屈折率、 n' は出射側の屈折率、 n は入射側の屈折率、 r は曲率半径である。

【請求項 4】

前記照明光学系において、次の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 ～ 3 に記載の照明光学系。

$$1 \times 10^{-3} < P c / R a < 1 \times 10^3$$

ここで、 $P c$ はライトガイドファイバ束のコアとコアとの間隔、 $R a$ は照明光学系の砂目状の粗さである。なお、LED のような光源を複数用いる場合は、光源間の光らない部分の間隔を $P c$ とする。

【請求項 5】

前記照明光学系において、次の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 3 に記載の照明光学系。

$$1 \times 10^{-4} [1 / \text{mm}] < |1 / f| \times P c / R a < 1 \times 10^4 [1 / \text{mm}]$$

ここで、 $P c$ はライトガイドファイバ束のコアとコアとの間隔、 $R a$ は照明光学系の砂目状の粗さ、 f は照明光学系の焦点距離、 $|1 / f|$ は $1 / f$ の大きさである。なお、 $L E D$ のような光源を複数用いる場合は、光源間の光らない部分の間隔を $P c$ 、砂目状レンズの焦点距離は光軸近傍の形状を球面形状で近似した場合のレンズの焦点距離とする。

【請求項 6】

前記照明光学系において、次の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の照明光学系。

$$1 \times 10^{-4} [1 / \text{mm}] < |1 / f| \times P c / R a \times (1 / N A) < 1 \times 10^5 [1 / \text{mm}]$$

1

ここで、 $P c$ はライトガイドファイバ束のコアとコアとの間隔、 $R a$ は照明光学系の砂目状の粗さ、 f は照明光学系の焦点距離、 $|1 / f|$ は $1 / f$ の大きさ、 $N A$ はライトガイドファイバの $N A$ である。なお、 $L E D$ のような光源を複数用いる場合は、光源間の光らない部分の間隔を $P c$ 、砂目状レンズの焦点距離は光軸近傍の形状を球面形状で近似した場合のレンズの焦点距離、 $L E D$ のような光源の場合は、光源からの出射光の広がり角度の正弦値を $N A$ とする。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の照明光学系を用いたことを特徴とする照明装置。

【請求項 8】

光源からの出射光を被写体に照射するための照明装置および該被写体画像を目視観察あるいは外部表示装置に表示させて観察するための観察装置を含む観察システムにおいて、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の照明光学系又は請求項 7 に記載の照明装置を用いたことを特徴とする観察システム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

上記目的を達成するために、本発明による照明光学系は、光源から出射される照明光を拡散させるために配置された照明光学系において、前記照明光学系を構成する光学素子の少なくとも一面を砂目状とし、該砂目状の面の算術平均粗さを $0.05 \sim 0.75 [\mu m]$ の範囲となるように構成し、前記砂目状の面における面形状のうねり回数が該光学素子の直径方向に対して 20 回以下、うねりの $P V$ 値が $50 [\mu m]$ 以下であることを特徴としている。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

また、本発明による照明光学系は、前記光源として、ライトガイドファイバ束又は発光素子を用いたことを特徴としている。

また、本発明による照明光学系は、前記砂目状とした面の屈折力をとしたとき、次の条件式を満足することを特徴としている。

$$| \frac{n' - n}{r} | > 0.1$$

ここで、 $\frac{n' - n}{r}$ は面の屈折力 $= (n' - n) / r$ であり、 n' は出射側の屈折率、 n は入射側の屈折率、 r は曲率半径である。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0023】

また、本発明による照明光学系は、前記照明光学系において、次の条件式を満足することを特徴としている。

$$1 \times 10^{-3} < P_c / R_a < 1 \times 10^3$$

ここで、 P_c はライトガイドファイバ束のコアとコアとの間隔、 R_a は照明光学系の砂目状の粗さである。なお、LEDのような光源を複数用いる場合は、光源間の光らない部分の間隔を P_c とする。

また、本発明による照明光学系は、前記照明光学系において、次の条件式を満足することを特徴としている。

$$1 \times 10^{-4} [1/\text{mm}] < |1/f| \times P_c / R_a < 1 \times 10^4 [1/\text{mm}]$$

ここで、 P_c はライトガイドファイバ束のコアとコアとの間隔、 R_a は照明光学系の砂目状の粗さ、 f は照明光学系の焦点距離、 $|1/f|$ は $1/f$ の大きさである。なお、LEDのような光源を複数用いる場合は、光源間の光らない部分の間隔を P_c 、砂目状レンズの焦点距離は光軸近傍の形状を球面形状で近似した場合のレンズの焦点距離とする。

また、本発明による照明光学系は、前記照明光学系において、次の条件式を満足することを特徴としている。

$$1 \times 10^{-4} [1/\text{mm}] < |1/f| \times P_c / R_a \times (1/NA) < 1 \times 10^5 [1/\text{mm}]$$

ここで、 P_c はライトガイドファイバ束のコアとコアとの間隔、 R_a は照明光学系の砂目状の粗さ、 f は照明光学系の焦点距離、 $|1/f|$ は $1/f$ の大きさ、 NA はライトガイドファイバの NA である。なお、LEDのような光源を複数用いる場合は、光源間の光らない部分の間隔を P_c 、砂目状レンズの焦点距離は光軸近傍の形状を球面形状で近似した場合のレンズの焦点距離、LEDのような光源の場合は、光源からの出射光の広がり角度の正弦値を NA とする。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0120

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0120】

(1) 前記光源として、ライトガイドファイバ束又は発光素子を用いたことを特徴とする請求項1に記載の照明光学系。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0125

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0125】

(6) 前記照明光学系を構成する光学素子に設けられた砂目状の面における面形状のうねり回数が、該砂目状の面を有する光学素子の直径方向に対して、20回以下であることを特徴とする請求項1、上記(1)～(5)のいずれかに記載の照明光学系。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0126

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0126】

(7) 前記照明光学系を構成する光学素子に設けられた砂目状の面における面形状のうねりのPV値が50[μm]以下であることを特徴とする請求項1、上記(1)～(6)のいずれかに記載の照明光学系。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0127

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0127】

(8) ライトガイドファイバ束の断面積を S_0 、ライトガイドファイバ束を構成するコア部分の全断面積を S_1 とし、ライトガイドファイバ束の断面積に対するコア部分の全断面積の比率 S を $S = S_1 / S_0$ としたとき、次の条件式を満足することを特徴とする請求項1、上記(1)～(7)のいずれかに記載の照明光学系。

$$S \geq 0.5$$

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0128

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0128】

(9) ライトガイドファイバ束の断面積を S_0 、ライトガイドファイバ束を構成するコア部分の全断面積を S_1 とし、ライトガイドファイバ束の断面積に対するコア部分の全断面積の比率 S を $S = S_1 / S_0$ としたとき、次の条件式を満足することを特徴とする請求項1、上記(1)～(8)のいずれかに記載の照明光学系。

$$S \geq 0.6$$

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0129

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0129】

(10) 前記照明光学系における砂目状の面を該照明光学系の出射端面を除く部分に設けたことを特徴とする請求項1、上記(1)～(9)のいずれかに記載の照明光学系。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0130

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0130】

(11) 前記照明光学系の最も物体側に平行平板を設け、該平行平板の光源側の面もしくは該平行平板を除く最も物体側に位置する光学素子に砂目状の面を設けたことを特徴とする請求項1、上記(1)～(10)のいずれかに記載の照明光学系。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0131

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0131】

(1 2) 前記照明光学系を構成する光学素子の砂目状の面が、球面もしくは非球面に形成されていることを特徴とする請求項 1、上記 (1) ~ (1 1) のいずれかに記載の照明光学系。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 3 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 3 2】

(1 3) 前記照明光学系が、少なくとも一つの単ファイバを有することを特徴とする請求項 1、上記 (1) ~ (1 2) のいずれかに記載の照明光学系

【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 3 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 3 4】

(1 5) 前記照明光学系が、1枚以上の凸レンズを含み、該凸レンズの少なくとも1面が砂目状に形成されていることを特徴とする請求項 1、上記 (1) ~ (1 4) のいずれかに記載の照明光学系。

【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 3 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 3 5】

(1 6) 前記照明光学系が、凹レンズを含み、該凹レンズの少なくとも1面が砂目状に形成されていることを特徴とする請求項 1、上記 (4) ~ (1 5) のいずれかに記載の照明光学系。

【手続補正 1 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 3 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 3 6】

(1 7) 前記照明光学系が、レンズ屈折力のない光学素子を含み、該光学素子の少なくとも1面が砂目状に形成されていることを特徴とする請求項 1、上記 (4) ~ (1 6) のいずれかに記載の照明光学系。

【手続補正 1 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 4 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 4 2】

(2 3) 前記照明光学系を構成する砂目状の面を有する光学素子の外径形状が円形とは異なる形状であることを特徴とする請求項 1、上記 (1) ~ (2 2) のいずれかに記載の照明光学系。

【手続補正 1 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 4 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0143】

(24) 前記光源の最大径から出射される光線高を h_0 、照射面上の光線高を h_1 、光線高比を $h = h_1 / h_0$ としたとき、次の条件式を満足することを特徴とする請求項1、上記(1)～(23)のいずれかに記載の照明光学系。

$$h \geq 2$$

但し、前記光線高 h_0 、 h_1 は、それぞれ照明光学系透過前後の光軸に平行な光線に対する光線高である。

なお、照明光学系の出射端から照射面までの距離は1.5mmとする。

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0144

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0144】

(25) 前記砂目状とした面の屈折力を κ としたとき、次の条件式を満足することを特徴とする請求項1、上記(1)～(24)のいずれかに記載の照明光学系。

$$|\kappa| > 0.1$$

但し、 κ は面の屈折力 $\kappa = (n' - n) / r$ であり、 n' は出射側の屈折率、 n は入射側の屈折率、 r は曲率半径である。

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0145

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0145】

(26) 前記照明光学系において、次の条件式を満足することを特徴とする請求項1、上記(1)～(25)のいずれかに記載の照明光学系。

$$1 \times 10^{-3} < P_c / R_a < 1 \times 10^3$$

但し、 P_c はライトガイドファイバ束のコアとコアとの間隔、 R_a は照明光学系の砂目状の粗さである。なお、LEDのような光源を複数用いる場合は、光源間の光らない部分の間隔を P_c とする。

【手続補正21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0146

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0146】

(27) 前記照明光学系において、次の条件式を満足することを特徴とする請求項1、上記(1)～(25)のいずれかに記載の照明光学系。

$$1 \times 10^{-4} [1/\text{mm}] < |1/f| \times P_c / R_a < 1 \times 10^4 [1/\text{mm}]$$

但し、 P_c はライトガイドファイバ束のコアとコアとの間隔、 R_a は照明光学系の砂目状の粗さ、 f は照明光学系の焦点距離、 $|1/f|$ は $1/f$ の大きさである。なお、LEDのような光源を複数用いる場合は、光源間の光らない部分の間隔を P_c 、砂目状レンズの焦点距離は光軸近傍の形状を球面形状で近似した場合のレンズの焦点距離とする。

【手続補正22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0147

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0147】

(28) 前記照明光学系において、次の条件式を満足することを特徴とする請求項1、上記(1)～(25)のいずれかに記載の照明光学系。

$$1 \times 10^{-4} [1/\text{mm}] < |1/f| \times P_c / R_a \times (1/NA) < 1 \times 10^5 [1/\text{mm}]$$

但し、 P_c はライトガイドファイバ束のコアとコアとの間隔、 R_a は照明光学系の砂目状の粗さ、 f は照明光学系の焦点距離、 $|1/f|$ は $1/f$ の大きさ、 NA はライトガイドファイバの NA である。なお、LEDのような光源を複数用いる場合は、光源間の光らない部分の間隔を P_c 、砂目状レンズの焦点距離は光軸近傍の形状を球面形状で近似した場合のレンズの焦点距離、LEDのような光源の場合は、光源からの出射光の広がり角度の正弦値を NA とする。

【手続補正23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0148

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0148】

(29) 前記砂目状の面の粗さの評価指数として二乗平均平方根粗さ R_q を用いることを特徴とする請求項1、上記(1)～(28)のいずれかに記載の照明光学系。