

(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2010-74167

(P2010-74167A)

(43) 公開日 平成22年4月2日(2010.4.2)

| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
|-------------------------------|--------------------|-------------|
| HO 1 L 33/58 (2010.01) | HO 1 L 33/00 4 3 0 | 2 H 0 8 7 |
| GO 2 B 3/02 (2006.01) | GO 2 B 3/02 | 5 F 0 4 1 |
| GO 2 B 13/00 (2006.01) | GO 2 B 13/00 | |
| GO 2 B 3/00 (2006.01) | GO 2 B 3/00 A | |

審査請求 有 請求項の数 24 O L 外国語出願 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2009-216627 (P2009-216627)
 (22) 出願日 平成21年9月18日 (2009.9.18)
 (31) 優先権主張番号 10 2008 048 379.6
 (32) 優先日 平成20年9月22日 (2008.9.22)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 504299782
 ショット アクチエンゲゼルシャフト
 Schott AG
 ドイツ連邦共和国 マインツ ハッテンベルクシュトラーセ 10
 Hattenbergstr. 10, D-55122 Mainz, Germany
 (74) 代理人 100064447
 弁理士 岡部 正夫
 (74) 代理人 100094112
 弁理士 岡部 譲
 (74) 代理人 100085176
 弁理士 加藤 伸晃
 (74) 代理人 100104352
 弁理士 朝日 伸光

最終頁に続く

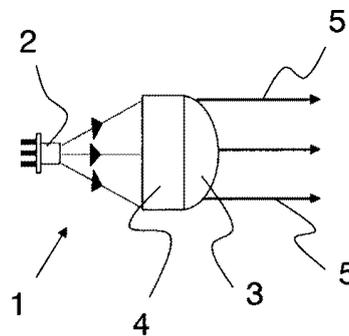
(54) 【発明の名称】 コリメーション光学素子を持つLED光源

(57) 【要約】

【課題】従来技術の不都合を軽減するLED光源を提供すること。

【解決手段】本発明は、好ましくは0.1よりも大きいアスペクト比を有する非球面ガラス・レンズを含むLED光源に関する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の LED と、ガラスまたはガラス・セラミックスでできた複数のコリメーション・レンズを含むアレイとを含み、前記コリメーション・レンズのアスペクト比は、0.1 よりも大きい、LED 光源。

【請求項 2】

前記コリメーション・レンズは、自由曲面を含むこと、特に前記コリメーション・レンズは、非球面形状を有することを特徴とする、請求項 1 に記載の LED 光源。

【請求項 3】

前記コリメーション・レンズは、球面形状を有することを特徴とする、請求項 1 に記載の LED 光源。 10

【請求項 4】

前記アスペクト比は、0.2 よりも大きく、好ましくは 0.3 よりも大きく、最も好ましくは 0.4 よりも大きいことを特徴とする、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の LED 光源。

【請求項 5】

前記コリメーション・レンズは、前記 LED から 1.5 mm 未満、好ましくは 1.0 mm 未満、最も好ましくは 0.5 mm 未満だけ間隔をあけられることを特徴とする、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の LED 光源。

【請求項 6】

前記 LED 光源は、少なくとも $\pm 30^\circ$ 、好ましくは $\pm 50^\circ$ の角度内に前記 LED によって放出される光が、実質的に束の状態で前方方向に放出されるように、形成されることを特徴とする、請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の LED 光源。 20

【請求項 7】

前記 LED 光源は、前記 LED の中心軸から $\pm 60^\circ$ の放出角度内に前記 LED によって放出される光の光線の発散が、25 cm、5 cm 未満、好ましくは 2.5 cm 未満の距離内であるように、形成されることを特徴とする、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の LED 光源。

【請求項 8】

前記コリメーション・レンズは、1.4 よりも大きく、好ましくは 1.5 よりも大きく、最も好ましくは 1.7 よりも大きい屈折率 n_d を有する材料から作られることを特徴とする、請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の LED 光源。 30

【請求項 9】

前記コリメーション・レンズは、3.5 よりも大きく、好ましくは 4.0 よりも大きく、最も好ましくは 5.0 よりも大きいアッペ係数 μ_d を有する材料から作られることを特徴とする、請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の LED 光源。

【請求項 10】

前記コリメーション・レンズは、透明平板上に配置されることを特徴とする、請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の LED 光源。

【請求項 11】

前記コリメーション・レンズのクラウン高さは、0.1 よりも大きく、好ましくは 0.3 よりも大きく、最も好ましくは 0.5 mm よりも大きいことを特徴とする、請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の LED 光源。 40

【請求項 12】

前記コリメーション・レンズは、0.2 から 10 mm、好ましくは 1 から 5 mm の直径を有することを特徴とする、請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の LED 光源。

【請求項 13】

前記レンズは、ガラスまたはガラス・セラミックスでできた平板上に配置されること、および前記平板は、フィルタまたは変換器として機能することを特徴とする、請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の LED 光源。 50

【請求項 14】

前記レンズは、ガラスまたはガラス・セラミックスでできた平板上に配置されること、および前記平板は、その面の1つまたは両方に光学的に活性な微細構造を有することを特徴とする、請求項1乃至13のいずれか1項に記載のLED光源。

【請求項 15】

前記平板は、少なくとも2つの層を含むことを特徴とする、請求項1乃至14のいずれか1項に記載のLED光源。

【請求項 16】

前記少なくとも2つの層の間の界面は、実質的に平坦であることを特徴とする、請求項15に記載のLED光源。

10

【請求項 17】

前記レンズは、それらの縁において互いに5未満、好ましくは2未満、最も好ましくは1mm未満だけ間隔をあけられること、特に、前記レンズは、互いに直接隣接していることを特徴とする、請求項16に記載のLED光源。

【請求項 18】

前記レンズ・アレイは、ワンピースで形成されることを特徴とする、請求項1乃至17のいずれか1項に記載のLED光源。

【請求項 19】

レンズ・アレイ、特に請求項1乃至18のいずれか1項に記載のレンズ・アレイを製作するための方法であって、

20

ブランク、特にガラス・ブランクを、複数の凹部を有するプレス金型内に導入するステップと、

前記ブランクをレンズ、特にコリメーション・レンズにプレスし、それによって前記ブランクが少なくとも部分的に互いに結合するステップとを含む方法。

【請求項 20】

前記金型は、その側面の1つにおいて実質的に平坦であることを特徴とする、請求項19に記載のレンズ・アレイを製作するための方法。

【請求項 21】

プレスの間、前記ブランクは、前記ブランクの材料が基板と混合するように、前記基板に対してプレスされることを特徴とする、請求項19乃至20のいずれか1項に記載のレンズ・アレイを製作するための方法。

30

【請求項 22】

少なくともプレス中は、前記ブランク材料は、前記基板材料よりも柔らかいことを特徴とする、請求項20乃至21のいずれか1項に記載のレンズ・アレイを製作するための方法。

【請求項 23】

前記プレス・ステップの後に、前記基板を薄くすることを特徴とする、請求項20乃至22のいずれか1項に記載のレンズ・アレイを製作するための方法。

【請求項 24】

前記ブランクを、異なる材料でできた基板の上に、特に異なるガラス変態温度 T_g を有するガラス基板の上にプレスすることを特徴とする、請求項19乃至23のいずれか1項に記載のレンズ・アレイを製作するための方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コリメーション光学素子を含むLED光源に関する。詳細には、本発明は、レンズ・アレイおよびレンズ・アレイを製作するための方法に関する。

【背景技術】

【0002】

発光半導体ダイオード(LED)は、照明目的のためにますます使用されている。その

50

ような光源の利点は、それらの高効率および長寿命である。

【0003】

例えば回路基板上に薄膜LEDとして配置される半導体の発光層は、180°の広い角度内で光を放出する。多くの照明目的にとって、LED（複数可）によって放出される光を束ねることは有利である。LEDの中心軸から約±30°の角度範囲は、放出される光パワーの約70%をすでに含む。しかしながら、効率を高めるように、できる限り広い放出角度内の光を集めることが望ましい。実際には、ある角度の外側に放出される光を反射する側面反射体を含み、光が別の反射によって折り返され、次いで前方方向に放出される、この目的のための特別な光学素子が既知である。

【0004】

そのような光学素子は、満足のいく効率をもたらすが、それらの製作は、必要とされる複雑な幾何形状のために、面倒である。また、そのような複雑な幾何形状は一般に、プラスチック材料からしか作製できない。大部分のプラスチック材料は、十分な耐熱性がないので、120℃以上の温度を生成する可能性がある高パワーLEDに適していない。また、プラスチックは、特に長期間高輝度にさらされた場合、曇る傾向もある。

【0005】

LEDによって放出される光をコリメートするための別の方法は、フレネル・ゾーン・プレートを用いることである。そのような回折光学素子は、高効率をもたらすことができる。しかしながら、これに必要とされる微細構造の製作は、特に、ゾーン・プレート・リングの間隔をますます細くしなければならない広い放出角度の領域では、不可能でないにしても、コストがかかり、複雑である。加えて、フレネル・ゾーン・プレートは、単一波長に対して活性なだけである。良好なコリメーション効果を得るためには、フレネル・ゾーン・プレートのアレイは、各LED色に対して別個のゾーン・プレートを用意しなければならない。変換材料によっていくつかの波長で光を放出する白色光LEDには、フレネル・ゾーン・プレートを用いて満足のいくコリメーションを提供することはできない。

【0006】

通常薄膜技術を用いて製作される、ガラスでできた従来のマイクロレンズ・アレイは一般に、少なくとも放出される光の周辺領域では、満足のいくコリメーション効果を提供することができない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

従って、本発明の目的は、少なくとも上で論じられた従来技術の不都合を軽減するLED光源を提供することである。

【0008】

特に、良好なコリメーション効果を持つ、耐熱性のレンズ・アレイを提供することが、本発明の目的である。

【0009】

特に、レンズ・アレイの十分なコリメーション効果は、広範囲の放出角度に対して提供されることになる。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明のこの目的は、独立クレームのいずれか1項による、LED光源によって、また非球面コリメーション・レンズによって、またレンズ・アレイを製作するための方法によって、すでに達成されている。

【0011】

本発明の好ましい実施形態および修正形態は、それぞれの従属クレームで説明される。

【0012】

本発明は、その第1の態様では、LED光源に関するものであり、ここでLED光源は、光を放出するLEDを含む任意の構成として理解されなければならない。従って、L

10

20

30

40

50

LED光源は、必ずしも照明用として働く必要はなく、例えば信号装置として使用されてもよい。しかし、好ましくは、LED光源は、部屋用、読書用または信号用照明装置として特に提供される。他の好ましい応用は、自動車分野である。即ち具体的には、本発明のLED光源は、自動車のヘッドライトまたはバックライトとして使用されてもよい。また、そのような高パワーLEDは、映画、業務および/または家庭用映画投影応用例のための映写機にも応用されることになる。

【0013】

LED光源は、少なくとも1つのLEDと、好ましくは非球面形状を有し、ガラスまたはガラス・セラミックスでできている少なくとも1つのコリメーション・レンズとを含む。コリメーション・レンズは好ましくは、光を束ね、特に実質的に平行な光線の光束を放出するようにLEDの放出面に対して配置される、凸レンズとして理解される。

10

【0014】

広い放出角度、特に30°より大きい放出角度の場合には、関係 \sin は、もはや適用できないので、本発明の好ましい実施形態では、レンズは自由曲面を含む。即ち具体的には、コリメーション・レンズは、非球面形状を有する。適切なパラメータを選択することによって、非球面は、60°に至るまでの広い放出角度内でコリメーション効果を得ることを可能にする。本発明の一実施形態では、非球面は、回転対称形状を有する。

【0015】

非球面の形状は好ましくは、次式によって定義される。

【0016】

【数1】

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} - \alpha_8 r^{16}$$

20

ただし、 c は曲率であり、 r は半径(=1/c)であり、 k は円錐定数であり、 n は、それによって非球面をそれぞれの光学構成に適應させることができる非球面係数である。

【0017】

別法として、レンズは、球面形状を有してもよい。そのようなレンズは一般に、より低コストで製作できる可能性がある。

30

【0018】

本発明によると、アスペクト比、即ちレンズの高さと幅との関係は、0.1より大きい。レンズの幅は一般に、その直径によって定義される。レンズの高さは、レンズのクラウン高さとして理解される。

【0019】

薄膜技術によって加えられる微細構造とは対照的に、選択された、0.1より大きいアスペクト比は、広い放出角度内で良好なコリメーション効果を示すレンズ、特にレンズ・アレイ内のレンズを提供することを可能にする。ガラスまたはガラス・セラミックスでできているので、レンズおよびレンズ・アレイはそれぞれ、温度安定であり、LEDに近接して、特にLEDから1.5mm未満、好ましくは1mm未満、最も好ましくは0.5mm未満の距離に配置されてもよい。そのようにLEDに近接して置くことにより、広い放出角度内の光を集める、特に小さいレンズを提供することができる。

40

【0020】

本発明の好ましい実施形態では、アスペクト比は、0.2よりも大きく、好ましくは0.3よりも大きく、最も好ましくは0.4よりも大きい。特に、約0.5以上のアスペクト比は、可能である。本発明者らは、そのようなレンズが、特にレンズ・アレイの形態で、ホット・プレス技術による非常に簡単な仕方で製作できる可能性を見いだした。

【0021】

50

LED光源は好ましくは、少なくとも $\pm 30^\circ$ 、好ましくは $\pm 50^\circ$ の角度内にLEDによって放出される光が、実質的に束ねられた状態で前方方向に放出されるように形成される。

【0022】

「実質的に束ねられた状態で前方方向に放出される」とは、光線がコリメーション・レンズの軸に対して 10° 未満の角度内に含まれることを意味する。

【0023】

LED光源は好ましくは、複数のLEDと、複数のコリメーション・レンズを含むアレイを含む。アレイ内の各LEDは、それに関連するコリメーション・レンズを有する。フレネル・ゾーン・プレートとは対照的に、特にRGBのLEDアレイは、各色に対して同様に形成されたレンズを使用することを可能にする。本発明によるLEDアレイはまた、白色光LEDに対しても有用である。

10

【0024】

本発明のさらに特別な実施形態では、LEDアレイは、効率を増加するために、光の色の各々に適合される少なくとも2つの異なるコリメーション・レンズを含んでもよい。

【0025】

本発明は、中心軸に対して $\pm 60^\circ$ の放出角度内にLEDによって放出される光を含む光線の発散が、25cm、5cm未満、好ましくは2.5cm未満の距離内であるように形成される、LED光源を提供することを可能にする。

【0026】

「発散」は、光束の直径が、LEDの放出面の直径に対して最大で前記距離だけ増加することを意味する。本明細書では、LEDの中心軸およびLEDに関連するレンズの中心軸のそれぞれに対して、 $\pm 60^\circ$ の放出角度内に放出される光のその部分だけが、考えられる。 60° よりも大きな角度内に放出される光の部分は、LEDから放出されるエネルギーのわずかな量を占めるだけなので、 60° の放出角度に至るまでの光に対する良好なコリメーション効果は、並はずれた効率を得ることを可能にする。

20

【0027】

1.4よりも大きく、好ましくは1.5よりも大きく、最も好ましくは1.7よりも大きい高屈折率 n_d を有するガラスおよびガラス・セラミックスは、コリメーション・レンズを形成するために特に有用である。

30

【0028】

カラー誤差を回避するためにおよびいくつかの異なる光の色に対して有用であるコリメーション・レンズを提供するために、35よりも大きく、好ましくは40よりも大きく、最も好ましくは50よりも大きいアッペ係数 d を有する材料が、使用されることが好ましい。

【0029】

本発明は、動作時に100以上に到達する可能性がある、高パワーLEDに対して特に有用である。

【0030】

本発明の好ましい実施形態では、LED光源は、特にLEDアレイを形成するために、透明平板上に配置される。

40

【0031】

コリメーション・レンズのクラウン高さは、本発明の好ましい実施形態では、0.1よりも大きく、好ましくは0.3よりも大きく、最も好ましくは0.5mmよりも大きい。コリメーション・レンズの直径は、好ましくは0.2と10mmとの間、最も好ましくは1と5mmとの間である。そのような小さなレンズはまた、マイクロレンズとしても既知である。大きなクラウン高さは、広い放出角度内の光のコリメーションのために有用であるアスペクト比を得ることを可能にする。

【0032】

本発明はさらに、特に材料特性、その他などの上で説明されたようなレンズの特性のい

50

ずれかを示す、ガラスまたはガラス・セラミックスでできている非球面コリメーション・レンズに関する。コリメーション・レンズのアスペクト比は、0.1よりも大きく、好ましくは0.3よりも大きく、最も好ましくは0.4よりも大きく、一方コリメーション・レンズの直径は、10未満、好ましくは5mm未満である。

【0033】

本発明は、広い角度範囲内で良好なコリメーション効果を持つ、温度安定なコリメーション・レンズを提供することを可能にする。

【0034】

好ましくは、コリメーション・レンズは、複数のコリメーション・レンズを含むレンズ・アレイの一部である。

【0035】

そこで、レンズは好ましくは、ガラスまたはガラス・セラミックスでできている平板上に配置される。特に、レンズを含む平板として形成される、ワンピースの構成要素を提供することが企図される。一実施形態では、ガラスまたはガラス・セラミックスの平板は、少なくとも好ましくは、ガラス・フィルタもしくはガラス・セラミックス・フィルタまたはガラス変換器もしくはガラス・セラミックス変換器を含む。そのようにして、放出される色を変化させることが可能である。前記フィルタは、例えば光の色を設定するためのカラー・フィルタおよび/または偏光フィルタである。

【0036】

平板は、異なる材料から形成されてもよいが、好ましくは、平板は、同様の光学特性を有する。即ち具体的には本発明の好ましい実施形態では、平板の屈折率は、レンズの屈折率とは0.3未満だけ異なる。

【0037】

本発明の修正形態では、平板は、少なくとも2つの層を含む。レンズ・アレイは、特にホット・プレス操作で、基板平板上にプレスされてもよいことが見いだされた。ここでは、1つの層は、レンズが形成される材料によって形成され、もう1つの層は、基板平板によって形成される。その定義による基板平板およびレンズが、なおその上に異なる材料から形成されてもよいことを理解されたい。

【0038】

少なくとも2つの層の間の界面は好ましくは、前記界面に起因する光学干渉をほぼ回避するように、実質的に平坦である。

【0039】

本発明の修正形態では、平板、特に基板平板は、特に光を均一化するためのまたは2つの層の結合を強化するための構造を含んでもよい。

【0040】

レンズ・アレイは好ましくは、レンズがそれらの縁において互いに5未満、好ましくは2未満、最も好ましくは1mm未満だけ間隔をあけられるように形成される。特に、コリメーション・レンズは、互いに隣接している。

【0041】

このようにして、関連するLEDアレイ内のLEDは、非常に高い明るさを持つ小型光源を提供することを可能とするように、互いに近接して詰め込まれてもよい。

【0042】

レンズ・アレイは好ましくは、ワンピースで形成される。本発明の意味での「ワンピース」はまた、異なるガラスでできた構成要素が互いに熱的に結合された構成をも意味する。例えば平板に接着されるプラスチック・レンズとは対照的に、そのような構造は、高い機械的強度および耐熱性を示す。

【0043】

本発明はさらに、レンズ・アレイ、特に上で説明されたようなレンズ・アレイを製作するための方法に関する。

【0044】

10

20

30

40

50

その方法では、複数のブランク、特にガラス・ブランクが、プレス金型内に導入される。プレス金型は、レンズの輪郭、特に非球面を定義する複数の凹部を有する。

【0045】

この後、ブランクは、レンズに、特にコリメーション・レンズにプレスされ、それによってブランクは、少なくとも部分的に互いに結合する。従って、ブランクは、それぞれのブランクに関連する凹部よりも大きな体積を有する。従って、余分な材料は、縁で絞り出され、互いに流入する。これは特に、レンズ・アレイの平板を特に簡単な仕方で作製することを可能にする。

【0046】

そうするために、金型は好ましくは、その側面の1つで実質的に平坦である。

10

【0047】

本発明の修正形態では、プレス・ステップ中に、ブランクは、基板、特に円板上にプレスされ、それによってブランクの材料は、基板に結合する。

【0048】

ブランクの材料は、大きな面積で基板に結合するので、この実施形態は、安定性が強化されたレンズ・アレイを提供することを可能にする。基板は好ましくは、ガラスでできている。従って、ブランクの材料と同じ材料が、例えば基板ガラスとして使用されてもよい。基板が異なる材料でできていることも、同様に企図される。

【0049】

本発明の修正形態では、ブランクの材料は、プレス操作中に、基板の材料よりも低い粘性を有する。それは、基板材料とブランクの材料との間の界面が、平坦なままであること、即ちブランクの材料が、基板ガラス内に押し込まれないまたは実質的に押し込まれないことを達成するためである。ガラス基板内にブランクの材料が押し込まれると、普通なら光学誤差を引き起こすことになる。

20

【0050】

プレスの間、特にホット・プレス操作中は、基板材料をブランクの材料より硬くするという目的のために、異なる融解および/またはガラス転移温度を有する材料が、使用されてもよい。これを達成するための別の方法は、ブランク材料を基板材料よりも高く加熱することである。

【0051】

本発明の修正形態では、基板は、付随的に高い強度を持つレンズ・アレイの、全体的により薄い構造をもたらすために、プレス・ステップの後に薄くされる。

30

【0052】

ブランクは、例えば球または塊の形態で金型内に置かれてもよい。球または塊を置くことは、プレス中に材料のより均一な分布を達成することを可能にするが、ファイバーを置くことは、はるかに簡単である。

【0053】

ブランクは好ましくは、ガラスでできており、ガラス変態温度 T_g よりも 20 から 100 、好ましくは 50 から 60 高い温度のもとでプレスされる。

【0054】

好ましくは、 350 と 650 との間のガラス変態温度 T_g を有する光学ガラスでできているガラス・ブランクが使用される。

40

【0055】

出願人によって次の名前で商品化されている次の光学ガラス、即ち P - PK 53、P - SK 57、P - SF 8、P - LASF 47、P - SF 67、P - SF 68、N - FK 51 A、N - FK 5、N - PK 52 A、N - PK 51、N - LaF 33、P - LaF 46 B は、本発明にとって特に有用である。

【0056】

基板ガラスは、必ずしも変形を受けないので、異なる材料による基板が使用されてもよく、特により高いガラス変態温度 T_g を有するガラスが、使用されてもよい。従って、出

50

願人によって名前 D 2 6 3、B 2 7 0、F 2、N - L a F 2 1、N - L a F 3 3、N - L a F 3 4、N - L a F 3 5、N - L a F 3 6 で商品化されているようなガラスが、基板として使用される。

【0057】

本発明について、本発明の例となる実施形態を概略的に示す図 1 から 9 を参照して、さらに詳細に以下で述べる。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図 1】LED 光源を概略的に示す図である。

【図 2】レンズ・アレイを概略的に示す図である。

10

【図 3】コリメーション・レンズの異なる実施形態をさらに詳細に示す図である。

【図 4】コリメーション・レンズの異なる実施形態をさらに詳細に示す図である。

【図 5】非球面形状レンズのコリメーション効果をさらに詳細に例示するための図である。

【図 6】本発明の実施形態での光線の経路を概略的に示す図である。

【図 7】本発明の例となる実施形態の波長依存性焦点移動を示す図である。

【図 8】レンズ・アレイの製作のさらなる記述のための図である。

【図 9】レンズ・アレイを製作するための方法の別の実施形態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0059】

20

図 1 は、LED 光源 1 を概略的に示す。

【0060】

LED 光源 1 は、好ましくは高パワー LED として提供される、好ましくは回路基板（図示されず）上に配置される LED 2 を含む。LED 2 によって放出される光は、放出された光線 5 が実質的に互いに平行に延びるように、ガラスでできた非球面形状コリメーション・レンズ 3 によってコリメートされる。

【0061】

コリメーション・レンズ 3 は、平板 4 上に配置され、従って特にレンズ・アレイの一部を形成する。

【0062】

30

図 2 は、複数のコリメーション・レンズ 3 を含む平板 4 を含むとしてレンズ・アレイ 6 を概略的に示す。コリメーション・レンズ 3 は、この例となる実施形態では、実質的に互いに隣接するほどに互いに近接して詰め込まれる。

【0063】

この例となる実施形態では 0.4 よりも大きい、選択されたアスペクト比に起因して、特にアレイ 6 が LED（図示されず）の前で近接して配置される場合には、非常に良好なコリメーション効果が、達成されてもよい。

【0064】

図 3 は、コリメーション・レンズ 3 の例となる実施形態を示す。この実施形態のコリメーション・レンズ 3 は、平板 4 上に等しく配置される。

40

【0065】

コリメーション・レンズ 3 のアスペクト比は、その高さ h をその幅または直径 d で割ることから計算される。従って、関連するものは、湾曲レンズ本体の高さ h のみである。

【0066】

ここで例示されるレンズは、約 0.47 のアスペクト比を有する。

【0067】

図 4 は、非球面コリメーション・レンズ 3 の別の例となる実施形態を例示する。この実施形態では、平板 4 は、2 つの層から形成される。ここでのアスペクト比は、図 3 のコリメーション・レンズのそれよりもわずかに小さい。

【0068】

50

図5は、球面特性(7)と比較して、非球面の特性(8)を概略的に示す。ここでは、レンズの中心からの距離は、x軸上にプロットされる。レンズの高さは、y軸上にプロットされる。

【0069】

非球面8は、レンズの中心軸に平行に前方方向に光を放出する、非球面曲線8の線全体にわたってコリメーションが可能であるように、あらかじめ計算された。

【0070】

球面の曲線が1ミリメートルをいくらかわずかに超えた半径ですでに終わり、その結果、光をそれ以上「捕獲」できないことがわかる。しかしながら、非球面8は、はるかに広い放出角度を持つ光線をコリメートすることができる。

【0071】

図6は、光線の経路が例示される、例となる実施形態を概略的に示す。約±60°の広い放出角度内にLED2から放出される光は、光線5が実質的に互いに平行に放出されるように、非球面形状コリメーション・レンズ3によって方向を変えられることがわかる。

【0072】

図7は、本発明の例となる実施形態での波長依存性焦点移動を概略的に示す。x軸は、焦点移動をμm単位で与え、μm単位での波長は、y軸上にプロットされる。ガラスの適切な選択により、可視領域全体にわたってもっと小さい焦点移動を持つレンズが、提供されてもよい。そのようなレンズは、異なる色のLEDのために使用されてもよく、白色光LEDのためにもまた有用である。

【0073】

図8を参照して、レンズ・アレイを製作するための方法について、より詳細に述べる。

【0074】

第1のステップでは(最上部に例示される)、ガラスのブランク12(球、塊またはファイバー)が、プレス金型内に置かれる。プレス金型は、凹部13を有する上側金型部分10、および実質的に平らな表面またはフレネルもしくはロータス効果構造などの微細構造化表面を有する下側金型部分11を含む。凹部13は、非球面レンズの形状を定義する。

【0075】

ブランク12は、少なくともプレス金型の上側部分10が加熱されている間に、ホット・プレス操作で圧縮される。

【0076】

圧縮中に(中央で例示される)、ブランクは、最初に凹部13の形態を取り、従って非球面輪郭を帯びる。

【0077】

ブランク12の体積は、それが凹部13の容積よりも大きいように選択される。従って、余分な材料は、図8の下で例示されるように、コリメーション・レンズ3および平板4を含むレンズ・アレイを形成するために、側方へ押される。平板4は、ブランク12の材料からプレスされるので、平板4は、この実施形態では、コリメーション・レンズ3と同じ材料で作られる。

【0078】

図9を参照して、レンズ・アレイをプレスするための方法の例となる代替実施形態について、詳細に述べる。

【0079】

図8で例示される方法とは対照的に、基板平板14は、プレス金型の下側部分11上に置かれる。そのほかの点では、その方法は、図8で例示される実施形態に一致する。即ち具体的には、プレス金型の上側部分10は、非球面レンズ3の形状を定義する。その方法のこの実施形態では、ブランクの材料は同様に、レンズ3が配置される平板4の形になる。

【0080】

10

20

30

40

50

平板 4 および基板平板 1 4 は、この例となる実施形態によって作製されるレンズ・アレイが、図 8 で例示される例となる実施形態のそれよりも高い安定性を有するように、大きな面積で結合される。

【 0 0 8 1 】

平板 1 4、4 間の界面は好ましくは、実質的に平坦である。

【 0 0 8 2 】

これは、例えばより高いガラス変態温度 T_g を有するガラスを基板平板 1 4 として使用することによって、または平板 1 4 をホット・プレス操作中により低い温度に保持することによって、達成されてもよい。

【 0 0 8 3 】

本発明は、上述のような特徴の組合せに限定されない、即ちむしろ当業者は、必要に応じて、任意の特徴を組み合わせてもよいことは、理解されるであろう。

10

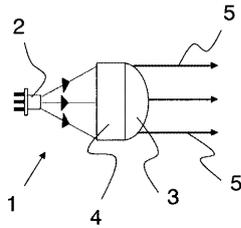
【符号の説明】

【 0 0 8 4 】

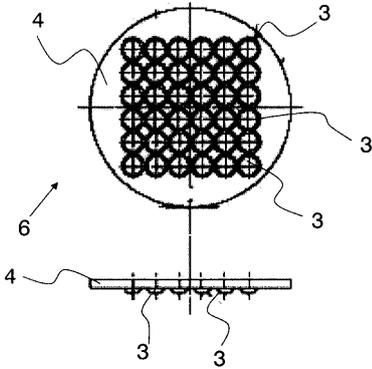
- 1 LED 光源
- 2 LED
- 3 コリメーション・レンズ
- 4 平板
- 5 光線
- 6 レンズ・アレイ
- 7 球面
- 8 非球面
- 9 焦点移動
- 1 0 プレス金型上側部分
- 1 1 プレス金型下側部分
- 1 2 ブランク
- 1 3 凹部
- 1 4 基板平板

20

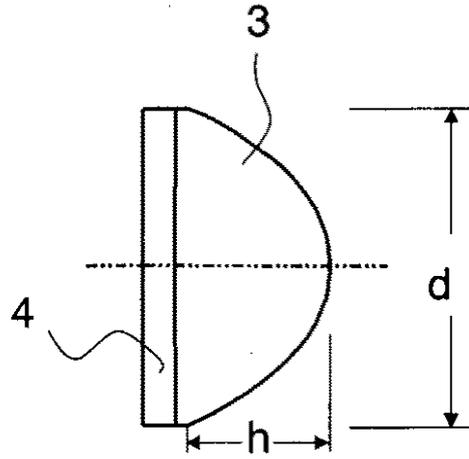
【 図 1 】



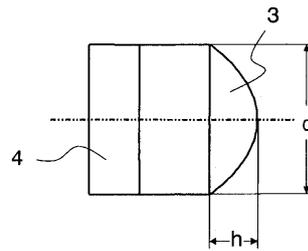
【 図 2 】



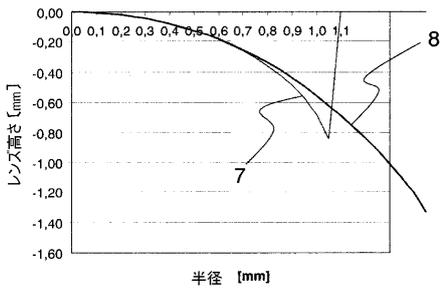
【 図 3 】



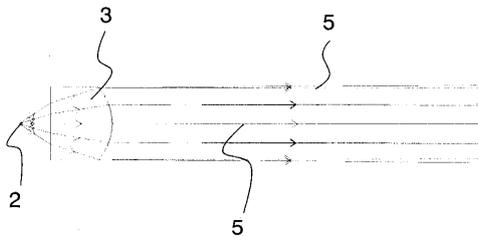
【 図 4 】



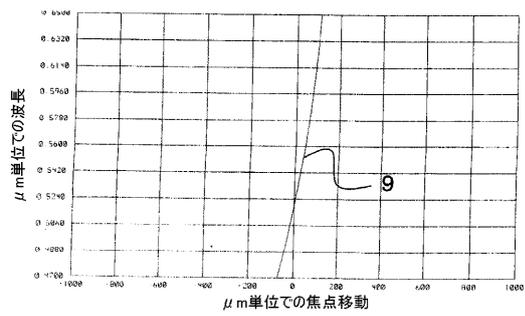
【 図 5 】



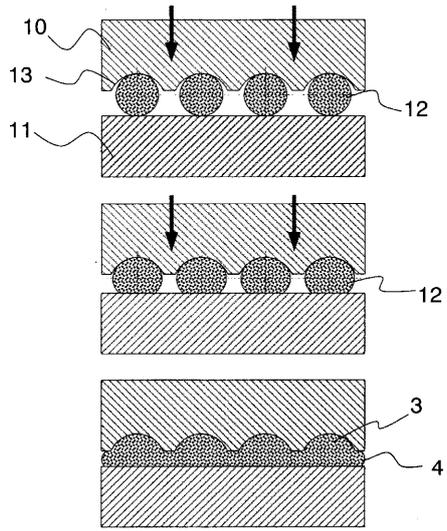
【 図 6 】



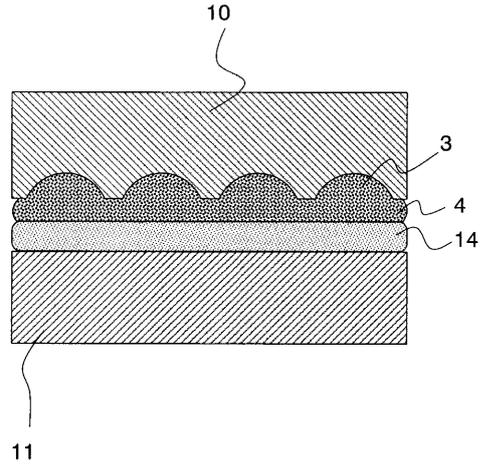
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(74)代理人 100128657

弁理士 三山 勝巳

(74)代理人 100160967

弁理士 濱 口 岳久

(72)発明者 ステファン ライヒェル

ドイツ, 6 7 6 7 8 メーリンゲン, ドライフーベルシュトラッセ 7 A

(72)発明者 ラルフ ビールトゥンフェル

ドイツ, 5 5 2 5 2 マインツ - カステル, ラッツヘレンヴェッグ 1 0

(72)発明者 ヘルゲ ヴォグト

ドイツ, 5 5 2 5 2 マインツ - カステル, クラーラ - マイヤー - シュトラッセ 5 6

Fターム(参考) 2H087 KA29 LA25 PA01 PA17 PB01 QA01 QA07 QA13 QA33 RA05

RA13 RA45 UA01

5F041 AA06 DB04 DB08 DC23 EE12 FF11

【外国語明細書】

[Title of the Invention]

LED light source with collimation optics

SPECIFICATION

Field of the Invention

The present invention relates to a LED light source comprising collimation optics. In particular, the invention relates to a lens array and to a method for fabricating a lens array.

Background of the Invention

Light emitting semiconductor diodes (LEDs) are increasingly used for illumination purposes. An advantage of such light sources is their high efficiency and long life time.

The light emitting layer of a semiconductor which is for instance disposed as a film LED on a circuit board emits light within a wide angle of 180° . For many illumination purposes it is of advantage to bundle the light emitted by the LED(s). An angular range of about $\pm 30^\circ$ from the central axis of the LED already includes about 70% of the emitted light power. However, it is desirable to collect the light in an emission angle as wide as possible such as to increase efficiency. In practice, special optics for this purpose are known which comprise a side reflector that reflects light which is emitted outside some angle, wherein the light is folded by another reflection and is then emitted in forward direction.

While such optics yield satisfying efficiencies, their fabrication is cumbersome due to the complex geometry which is required. Also, such complex geometries may generally be produced only from plastic material. Most plastic materials are not suitable for high power LEDs which may produce temperatures of 120° C and more, since they are not sufficiently heat resistant. Also, plastics tend to haze, especially if exposed to high luminance for a long period.

Another way to collimate light emitted by a LED is by means of a Fresnel zone plate. Such diffractive optics is able to yield high efficiencies. However, the fabrication of micro-structures required for this, in particular in the area of wide emitting angles in which the spacing of the zone plate rings have to get thinner and thinner, is expensive and complex, unless impossible. Additionally, a Fresnel zone plate is only active for a single wavelength. To obtain a good collimation effect an array of Fresnel zone plates has to provide a separate zone plate for each LED color. White light LEDs which due to a converter material emit light in several wavelengths are not able to provide satisfying collimation by means of a Fresnel zone plate.

Prior micro-lens arrays made of glass which conventionally are fabricated employing thin film techniques, generally fail to provide a satisfying collimation effect, at least in the peripheral area of the emitted light.

Object of the Invention

An object of the invention, therefore, is to provide a LED light source which at least mitigates the disadvantages of the prior art discussed above.

In particular, it is an object of the invention to provide a heat resistant lens array with a good collimation effect.

In particular, a sufficient collimation effect of the lens array shall be provided for a wide range of emission angles.

Summary of the Invention

This object of the invention is already achieved by a LED light source, by an aspheric collimation lens and by a method for fabricating a lens array according to any of the independent claims.

Preferred embodiments and modifications of the invention are set forth in respective dependent claims.

The invention relates, in a first aspect thereof, to a LED light source, wherein a LED light source has to be understood as any arrangement comprising a LED which emits light. As such, the LED light source does not necessarily have to serve for illumination purposes but may be used as a signaling device, e.g. Preferably however, the LED light source is particularly provided as a room, reading or signaling illumination device. Other preferred applications are in the automotive field; in particular the LED light source of the invention may be used as an automobile headlight or backlight. Also, such high power LEDs will find application in projectors for cinematic, business and/or home cinema projection applications.

The LED light source comprises at least one LED and at least one collimation lens which preferably has an aspheric shape and is made from glass or glass ceramics. A collimation lens is preferably understood as a convex lens which bundles light, and which, in particular, is disposed relative to the emission face of the LED such as to emit a light bundle of substantially parallel light beams.

Since in the case of a wide emission angle, in particular an emission angle of more than 30°, the relation $\sin \alpha \approx \alpha$ does not hold anymore, in a preferred embodiment of the invention the lens comprises a freeform surface; in particular the collimation lens has an aspheric shape. By choosing appropriate parameters, an asphere allows to obtain a collimation effect in a wide emission angle of up to 60°. In one embodiment of the invention the asphere has a rotational symmetric shape.

The shape of the asphere is preferably defined by the following equation:

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}$$

wherein c is the curvature, r is the radius ($= 1/c$), k is the conical constant and α_n are the asphere coefficients by which the asphere can be adapted to the respective optical arrangement.

Alternatively, the lens may have a spherical shape. Such lenses generally may be fabricated at lower costs.

According to the invention the aspect ratio, i.e. the relation of height to width of the lens, is more than 0.1. The width of the lens is generally defined by its diameter. The height of the lens shall be understood as the crown height of the lens.

In contrast to micro-structures which are applied by thin film techniques, the chosen aspect ratio of more than 0.1 allows to provide lenses, in particular in lens arrays, which exhibit a good collimation effect within a wide emission angle. Since it is made of glass or glass ceramics the lens and lens array, respectively,

is temperature stable and may be arranged close to the LED, in particular in a distance of less than 1.5 mm, preferably less than 1 mm and most preferably less than 0.5 mm from the LED. By placing it such close to the LED a particularly small lens may be provided, which collects light in a wide emission angle.

In a preferred embodiment of the invention the aspect ratio is more than 0.2, preferably more than 0.3, and most preferably more than 0.4. In particular, aspect ratios of about 0.5 or more are possible. The inventors have found out that such lenses, in particular in the form of lens arrays, may be fabricated in very simple manner by a hot pressing technique.

The LED light source is preferably formed such that light emitted by the LED in an angle of at least $\pm 30^\circ$, preferably $\pm 50^\circ$, is emitted in substantially bundled manner in forward direction.

"Emitted in substantially bundled manner in forward direction" means that the light beams are comprised in an angle of less than 10° relative to the axis of the collimation lens.

The LED light source preferably comprises a plurality of LEDs and an array including a plurality of collimation lenses. Each LED in the array has a collimation lens associated therewith. In contrast to Fresnel zone plates, in particular an RGB LED array allows to use a similarly formed lens for each color. A LED array according to the invention is also useful for white light LEDs.

In a further particular embodiment of the invention the LED-array may comprise at least two different collimation lenses adapted to each of the light colors, for an increased efficiency.

The invention allows to provide a LED light source which is formed such that divergence of a light beam comprising light emitted by

the LED in an emission angle of $\pm 60^\circ$ relative to the central axis is, in a distance of 25 cm, less than 5 cm, preferably less than 2.5 cm.

"Divergence" means that a diameter of the light bundle increases relative to the diameter of the emission face of the LED by at most said distance. Herein, only that fraction of light which is emitted in an emission angle of $\pm 60^\circ$ relative to the central axis of the LED, and to the central axis of the lens associated with the LED, respectively, is considered. A good collimation effect for light up to an emission angle of 60° allows to obtain an extraordinary efficiency, since the fractions of light that are emitted in an angle of more than 60° only account to a small amount of the energy emitted from the LED.

Glass and glass ceramics having a high refractive index n_d of more than 1.4, preferably more than 1.5 and most preferably more than 1.7 are particularly useful for forming the collimation lens.

To avoid color errors and to provide a collimation lens which is useful for several different light colors, preferably a material having an Abbe coefficient v_d of more than 35, preferably more than 40, and most preferably more than 50 is used.

The invention is particularly useful for high power LEDs which, in operation, may attain 100°C and more.

In a preferred embodiment of the invention the LED light source is arranged on a transparent plate, in particular to form a LED array.

The crown height of the collimation lens is, in a preferred embodiment of the invention, more than 0.1, preferably more than

0.3 and most preferably more than 0.5 mm. The diameter of the collimation lens is preferably between 0.2 and 10 mm, most preferably between 1 and 5 mm. Such small lenses are also known as micro-lenses. The large crown height allows to obtain an aspect ratio which is useful for collimation of light in a wide emission angle.

The invention further relates to an aspherical collimation lens made of glass or glass ceramics which in particular exhibits any of the characteristics of the lens as set forth above such as material characteristics, etc. The aspect ratio of the collimation lens is more than 0.1, preferably more than 0.3, and most preferably more than 0.4 while the diameter of the collimation lens is less than 10, and preferably less than 5 mm.

The invention allows to provide a temperature stable collimation lens with a good collimation effect in a wide angular range.

Preferably, the collimation lens is a part of a lens array that comprises a plurality of collimation lenses.

There, the lenses are preferably arranged on a plate made of glass or glass ceramics. In particular, it is contemplated to provide a one-piece component which is formed as a plate comprising lenses. In one embodiment, the glass or glass-ceramic plate comprises, at least preferably, a glass filter or a glass-ceramic filter or a glass converter or a glass-ceramic converter. In such a manner it is possible to vary the emitted color. Said filter is a color filter, e.g., for setting the light color, and/or a polarization filter.

The plate may be formed from a different material, preferably however, the plate has similar optical characteristics; in particular in a preferred embodiment of the invention the

refractive index of the plate is different from the refractive index of the lens by less than 0.3.

In a modification of the invention, the plate comprises at least two layers. It has been found out that a lens array may be pressed onto a substrate plate, in particular in a hot pressing operation. Therein, one layer is formed by the material from which the lenses are formed, and the other layer is formed by the substrate plate. It is to be understood that the substrate plate and the lenses with that definition may as well be formed from different materials.

The interface between the at least two layers preferably is substantially flat such as to largely avoid optical interferences due to said interface.

In a modification of the invention the plate, in particular the substrate plate, may comprise a structure, in particular for homogenizing the light or for enhancing the bonding of the two layers.

The lens array is preferably formed such that the lenses are spaced from each other at their edges by less than 5, preferably less than 2, and most preferably less than 1 mm. In particular, the collimation lenses are adjacent to each other.

In this manner, the LEDs in the associated LED array may be packed close to each other which allows to provide a compact light source with very high luminosity.

The lens array is preferably formed in one piece. "One piece" in the sense of the invention also means an arrangement in which components made of different glasses have been thermally bonded to each other. In contrast to plastic lenses, e.g., that are adhered to a plate, such a structure exhibits high mechanical strength

and thermal resistance.

The invention further relates to a method for fabricating a lens array, in particular a lens array such as set forth above.

In the method, a plurality of blanks, in particular glass blanks, are introduced into a pressing mold. The pressing mold has a plurality of recesses which define the contour of the lenses, in particular the asphere.

After this, the blanks are pressed into lenses, in particular into collimation lenses whereby the blanks at least partially bond to each other. Hence, the blanks have a volume larger than the recess associated with a respective blank. As such, the excess material is squeezed off on the edges and flows into each other. This allows in particular to fabricate the plate of a lens array in a particularly simple manner.

To do so, the mold preferably is substantially flat on one of its sides.

In a modification of the invention, during the pressing step the blanks are pressed onto a substrate, in particular a disc, whereby the material of the blanks bonds to the substrate.

This embodiment allows to provide a lens array with enhanced stability, as the material of the blanks bonds to the substrate in a large area. The substrate is preferably made of glass. Hence, the same material as that of the blanks may be used as a substrate glass, e.g. It is equally contemplated for the substrate to be made of a different material.

In a modification of the invention the material of the blanks has, during the pressing operation, a lower viscosity than the material

of the substrate. That is to accomplish that the interface between the substrate material and the material of the blanks remains flat, i.e. that the material of the blanks does not or not substantially impress into the substrate glass. Impression of the material of the blanks into the glass substrate could otherwise lead to optical errors.

To the end that, while pressing, in particular during the hot pressing operation, the substrate material is harder than the material of the blanks, a material having a different melting and/or glass transformation temperature may be used. Another way to achieve this is to heat the blanks material more than the substrate material.

In a modification of the invention the substrate is thinned following the pressing step to yield an overall thinner structure of the lens array with a concomitantly high strength.

The blanks may be placed in the mold in form of balls, or gobs, e.g. Placing fibers is much more simple, though placing balls or gobs allows to achieve a more homogeneous distribution of the material during the pressing operation.

The blanks are preferably made of glass and are pressed under a temperature from 20° C to 100° C, preferably from 50° C to 60° C above the glass transformation temperature T_g .

Preferably, glass blanks made of optical glass having a glass transformation temperature T_g between 350 and 650° C are used.

The following optical glasses which are commercialized by the applicant under the following names are especially useful for the invention: P-PK53, P-SK57, P-SF8, P-LASF47, P-SF67, P-SF68,

N-FK51A, N-FK5; N-PK52A, N-PK51, N-LaF33, P-LaF46B.

As the substrate glass has not to undergo deformation, a substrate from a different material may be used, in particular a glass having a higher glass transformation temperature T_g may be used. Thus, glasses such as that commercialized by the applicant under the names D 263, B270, F2, N-LaF21, N-LaF33, N-LaF34, N-LaF35, N-LaF36 are used as a substrate.

Brief Description of the Drawings

The invention will be described below in further detail with reference to Figs. 1 to 9 which schematically show exemplary embodiments of the invention wherein:

- Fig. 1 schematically shows a LED light source;
- Fig. 2 schematically shows a lens array;
- Figs. 3 and 4 show different embodiments of a collimation lens in further detail;
- Fig. 5 schematically shows the passage of the light beams in an embodiment of the invention;
- Fig. 6 is for illustrating the collimation effect of an aspherically shaped lens in further detail;
- Fig. 7 shows the wavelength dependent focal shift of an exemplary embodiment of the invention;
- Fig. 8 is for a further description of the fabrication of a lens array; and
- Fig. 9 shows another embodiment of a method for fabricating a lens arrays.

Detailed Description of the Drawings

Fig. 1 schematically shows a LED light source 1.

LED light source 1 comprises a LED 2 preferably arranged on a circuit board (not shown) which is preferably provided as a high power LED. Light emitted by LED 2 is collimated by an aspherically shaped collimation lens 3 made of glass such that the emitted light beams 5 extend substantially parallel to each other.

Collimation lens 3 is arranged on a plate 4 and as such in particular forms a part of a lens array.

Fig. 2 schematically shows a lens array 6 as comprising a plate 4 including a plurality of collimation lenses 3. Collimation lenses 3 are, in this exemplary embodiment, packed as close to each other as to be substantially adjacent each other.

Due to the chosen aspect ratio, of in this exemplary embodiment more than 0.4, a very good collimation effect may be achieved, in particular in the case where the array 6 is arranged close in front of the LED (not shown).

Fig. 3 shows an exemplary embodiment of a collimation lens 3. Collimation lens 3 of this embodiment is equally arranged on a plate 4.

The aspect ratio of collimation lens 3 is calculated from its height h divided by its width or diameter d . So what is relevant, is only the height h of the curved lens body.

The lens illustrated herein has an aspect ratio of about 0.47.

Fig. 4 illustrates another exemplary embodiment of an aspherical collimation lens 3. In this embodiment plate 4 is formed from two layers. The aspect ratio here is slightly smaller than that of the collimation lens of Fig. 3.

Fig. 5 schematically shows the characteristic of an asphere (8) in comparison to a spherical characteristic (7). Here, the distance from the center of the lens is plotted on the x-axis. The height of the lens is plotted on the y-axis.

Asphere 8 has been pre-calculated such that collimation is possible throughout the line of the asphere curve 8, emitting light in parallel to the central axis of the lens in forward direction.

It may be seen that the curve of the sphere already ceases at a radius somewhat slightly above one millimeter so that it cannot "catch" light any more. An asphere 8, however, can collimate light beams with a much wider emission angle.

Fig. 6 schematically shows an exemplary embodiment in which the passage of the beams is illustrated. It may be seen that light which is emitted from LED 2 in a wide emission angle of about $\pm 60^\circ$, is redirected by aspherically shaped collimation lens 3 such that light beams 5 are emitted substantially parallel to each other.

Fig. 6 schematically shows the wavelength dependent focal shift in an exemplary embodiment of the invention. The x-axis gives the focal shift in μm , the wavelength in μm is plotted on the y-axis. With an appropriate choice of the glass, a lens with a minor focal shift throughout the visible range may be provided. Such a lens may be used for LEDs of different colors and is also useful for white light LEDs.

Referring to Fig. 8 a method for fabricating a lens array will be described in greater detail.

In a first step (illustrated on top) blanks 12 of glass (balls, gobs or fibers) are placed in a pressing mold. The pressing mold comprises an upper mold part 10 which has recesses 13, and a lower

mold part 11 having a substantially plane or micro-structured surface such as Fresnel or Lotus effect structures. Recesses 13 define the shape of the aspherical lenses.

Blanks 12 are compressed in a hot pressing operation while at least the upper part 10 of the pressing mold is heated.

During compression (illustrated in the center) the blanks first take the form of recesses 13 and as such assume an aspherical contour.

The volume of blanks 12 is chosen such that it is larger than the volume of recesses 13. Thus, the excess material is pushed sideways for forming a lens array as illustrated below in Fig. 8 which comprises collimation lenses 3 and a plate 4. Plate 4 is, in this exemplary embodiment, made of the same material as collimation lenses 3, since plate 4 is pressed from the material of blanks 12.

Referring to Fig. 9 an alternative exemplary embodiment of a method for pressing a lens array will be explained in detail.

In contrast to the method illustrated in Fig. 8 a substrate plate 14 is placed on the lower part 11 of the pressing mold. Otherwise, the method corresponds to the embodiment illustrated in Fig. 8, i.e. in particular the upper part 10 of the pressing mold defines the shape of aspheric lenses 3. In this embodiment of the method the material of the blanks likewise forms into plate 4 on which lenses 3 are arranged.

Plate 4 and substrate plate 14 are bonded in a large area, such that the lens array produced by this exemplary embodiment has a higher stability than that of the exemplary embodiment illustrated in Fig. 8.

The interface between plates 14, 4 preferably is substantially flat.

This may be achieved, e.g., by using a glass as a substrate plate 14 that has a higher glass transformation temperature T_g , or by maintaining plate 14 at a lower temperature during the hot pressing operation.

It will be understood that the invention is not limited to a combination of the features such as described above; rather a person skilled in the art may combine any features, as appropriate.

Reference numerals

- 1 LED light source
- 2 LED
- 3 collimation lens
- 4 plate
- 5 light beam
- 6 lens array
- 7 sphere
- 8 asphere
- 9 focal shift
- 10 pressing mold upper part
- 11 pressing mold lower part
- 12 blank
- 13 recess
- 14 substrate plate

1. A LED light source comprising a plurality of LEDs and an array including a plurality of collimation lenses made of glass or glass ceramics, wherein an aspect ratio of said collimation lenses is larger than 0.1.
2. The LED light source of the preceding claim, characterized in that said collimation lenses comprise a freeform surface, and in particular in that said collimation lenses have an aspherical shape.
3. The LED light source of claim 1 characterized in that said collimation lenses have a spherical shape.
4. The LED light source according to any of the preceding claims, characterized in that the aspect ratio is more than 0.2, preferably more than 0.3 and most preferably more than 0.4.
5. The LED light source according to any of the preceding claims, characterized in that said collimation lenses are spaced from said LEDs by less than 1.5 mm, preferably less than 1.0 mm, and most preferably less than 0.5 mm.
6. The LED light source according to any of the preceding claims, characterized in that said LED light source is formed such that light emitted by said LED in an angle of at least $\pm 30^\circ$, preferably $\pm 50^\circ$, is emitted substantially in a bundle in forward direction.
7. The LED light source according to any of the preceding claims, characterized in that the LED light source is formed such that divergence of a light beam of light emitted by the LED in an

emission angle of $\pm 60^\circ$ from a central axis of the LED is, in a distance of 25 cm, less than 5 cm, preferably less than 2.5 cm.

8. The LED light source according to any of the preceding claims, characterized in that said collimation lens is made from a material having a refractive index n_d of more than 1.4, preferably more than 1.5, most preferably more than 1.7.
9. The LED light source according to any of the preceding claims, characterized in that said collimation lens is made from a material having an Abbe coefficient v_d of more than 35, preferably more than 40, most preferably more than 50.
10. The LED light source according to any of the preceding claims, characterized in that said collimation lenses are disposed on a transparent plate.
11. The LED light source according to any of the preceding claims, characterized in that the crown height of the collimation lenses is more than 0.1, preferably more than 0.3, and most preferably more than 0.5 mm.
12. The LED light source according to any of the preceding claims, characterized in that said collimation lenses have a diameter from 0.2 to 10 mm, preferably from 1 to 5 mm.
13. The LED light source according to any of the preceding claims, characterized in that said lenses are arranged on a plate made of glass or glass ceramics, and in that said plate functions as a filter or converter.
14. The LED light source according to any of the preceding claims, characterized in that said lenses are arranged on a plate made

of glass or glass ceramics, and in that said plate has an optically active microstructure at one or both of its faces.

15. The LED light source according to any of the preceding claims, characterized in that said plate comprises at least two layers.
16. The LED light source according to the preceding claim, characterized in that the interface between the at least two layers is substantially flat.
17. The LED light source according to the preceding claim, characterized in that said lenses are spaced from each other on their edges by less than 5, preferably less than 2, and most preferably less than 1 mm, and in particular in that they are directly adjacent to each other.
18. The LED light source according to any of the preceding claims, characterized in that the lens array is formed in one piece.
19. A method for fabricating a lens array, in particular a lens arrays according to any of the preceding claims, comprising the following steps:
 - introducing blanks, in particular glass blanks, into a pressing mold which has a plurality of recesses;
 - pressing the blanks into lenses, in particular into collimation lenses, whereby said blanks at least partially bond to each other.
20. The method for fabricating a lens array according to the preceding claim, characterized in that said mold is substantially flat on one of its sides.
21. The method for fabricating a lens array according to any of the preceding claims, characterized in that while pressing

the blanks are pressed against a substrate such that the material of the blanks combines with said substrate.

22. The method for fabricating a lens array according to any of the two preceding claims, characterized in that at least during pressing the blank material is softer than the substrate material.
23. The method for fabricating a lens array according to any of the three preceding claims, characterized by thinning the substrate following the pressing step.
24. The method for fabricating a lens array according to any of the preceding claims, characterized by pressing the blanks onto a substrate made of a different material, in particular onto a glass substrate having a different glass transformation temperature T_g .

Abstract

The invention relates to a LED light source comprising a preferably aspheric glass lens having an aspect ratio of more than 0.1.

[Representative Drawing]

- Fig. 1 -

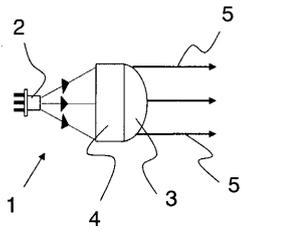


Fig. 1

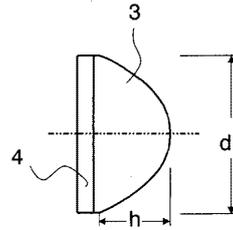


Fig. 3

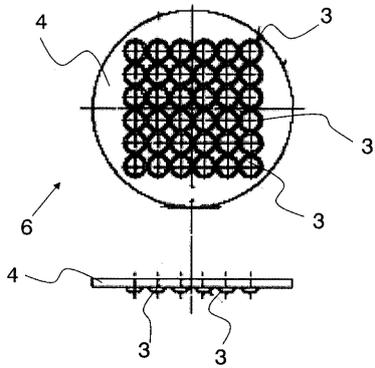


Fig. 2

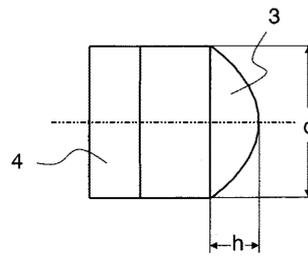


Fig. 4

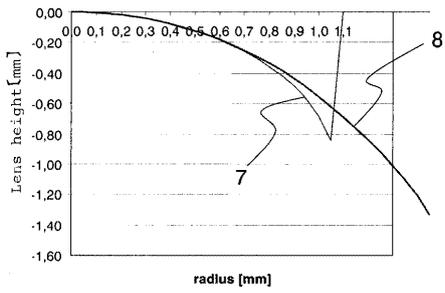


Fig. 5

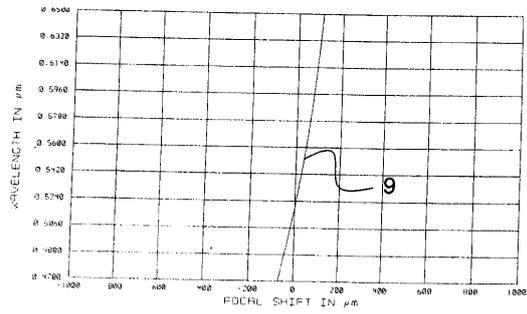


Fig. 7

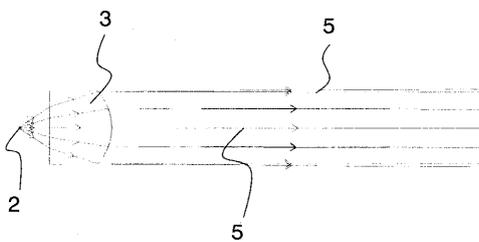


Fig. 6

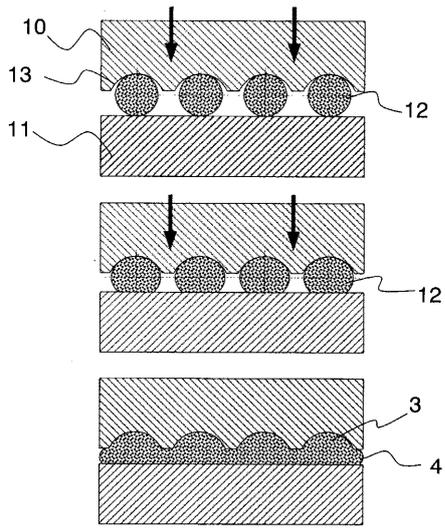


Fig. 8

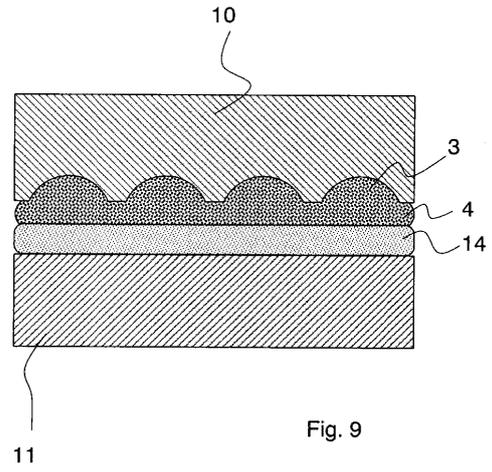


Fig. 9