

## **Baustein für eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Werkstücken**

### **TECHNISCHES GEBIET**

Die vorliegende Offenbarung betrifft einen Baustein für eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Werkstücken, eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Werkstücken mit zumindest einem genannten Baustein sowie eine Absaugvorrichtung zum Absaugen von Partikeln und/oder Gasen, welche bei einer thermischen Behandlung eines Werkstücks austreten oder entstehen.

### **HINTERGRUND**

Eine thermische Behandlung von Werkstücken ist Bestandteil einer Vielzahl von unterschiedlichen Herstellungs- und Verarbeitungsprozessen. Hierunter fallen beispielsweise das Sintern von Keramiken, das Aufschmelzen oder die Wärmebehandlung von Metallen oder Erzen, das Brennen von Zement oder Zementvorprodukten, die Behandlung von mineralischen Granulaten und viele weitere.

Unter dem Begriff „Werkstück“ werden im Sinne der vorliegenden Erfindung sämtliche zu behandelnde, weitgehend feste Materialien zusammengefasst. Diese können beispielsweise in Form von größeren, zusammenhängenden Einheiten vorliegen, beispielsweise als Grünlinge, Rohlinge oder Halbzeuge. Auch nicht zusammenhängende Einheiten, wie Pulver, Grünpulver oder andere Vorprodukte werden unter dem Begriff „Werkstück“ zusammengefasst.

Unter einer thermischen Behandlung eines Werkstücks werden im Sinne der vorliegenden Erfindung grundsätzlich alle Arten von Behandlungen

verstanden, bei denen das Werkstück zumindest teilweise erhitzt wird. Beispielsweise fallen hierrunter Sinterprozesse, Oberflächenbehandlungen, Schmelzprozesse, das Einbrennen von Schichten auf einer Oberfläche und das Trocknen von Oberflächen, insbesondere das Trocknen von Farben und Lacken auf Oberflächen.

Die thermische Behandlung von Werkstücken ist grundsätzlich durch verschiedenste Heizprozesse möglich, wie beispielsweise elektrischem Heizen, Aufheizen mittels exothermer Reaktionen, insbesondere dem Verbrennen von Gasen, oder dem Absorbieren von Strahlung.

Für eine effiziente Gestaltung der Heizprozesse ist insbesondere der Energieverbrauch eine relevante Größe. Hierbei tritt das Aufheizen von Werkstücken durch Absorption von Strahlung vom Wirkungsgrad her als besonders vorteilhaft hervor. Andererseits sind die hierfür erforderlichen Vorrichtungen, beispielsweise Lasersysteme, in der Anschaffung und im Unterhalt teurer als beispielsweise einfache Gasbrenner.

Gasbrenner weisen neben dem Energieverbrauch den Nachteil auf, dass sie nur bedingt punktuell und präzise steuerbar sind.

Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Vorrichtungen und Verfahren zur Erzeugung und Verwendung von Strahlung zur thermischen Behandlung von Werkstücken bekannt, welche jedoch die oben genannten individuellen Nachteile, sowie Beschränkungen in der Flexibilität, Prozessgeschwindigkeit und Energieeffizienz aufweisen.

## ZUSAMMENFASSUNG DER OFFENBARUNG

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine effiziente und leistungsfähige Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Werkstücken bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Baustein für eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Werkstücken gemäß Anspruch 1 sowie durch eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Werkstücken mit genannten Bausteinen gemäß Anspruch 24.

Erfindungsgemäß weist der Baustein für eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Werkstücken folgende Merkmale auf:

- einen thermisch leitenden Grundblock mit einer Grundblockseite,
- mindestens einen elektrischen Eingang,
- eine LED-Leuchtfäche, wobei die LED-Leuchtfäche durch mindestens ein LED-Modul gebildet wird, wobei das mindestens eine LED-Modul auf der Grundblockseite angeordnet ist und elektrisch leitend mit dem elektrischen Eingang verbunden ist,
- eine Baustein-Leuchtfäche mit einer Baustein-Leistungsdichte (BPD), wobei die Baustein-Leistungsdichte (BPD) der Summe der als Licht emittierten Leistung der auf der Grundblockseite angeordneten LED-Module pro Gesamtfläche der Grundblockseite entspricht,
- einer Trennschicht zwischen LED-Modul und Grundblockseite, wobei die Trennschicht elektrisch isolierend und thermisch leitend ist, wobei der Baustein ferner mindestens einen elektrischen Ausgang aufweist mit dem das mindestens eine LED-Modul elektrisch leitend verbunden ist, die Trennschicht elektrisch isolierend ist und die Baustein-Leistungsdichte (BPD) größer  $20 \text{ W/cm}^2$  beträgt.

Der thermisch leitende Grundblock ist von seiner Geometrie nicht auf rechteckig Blöcke beschränkt. Der Grundblock kann beispielsweise die Grundform eines Dreiecks, Sechsecks oder eines sonstigen Polygons mit Grundblockdicke  $d$  aufweisen. Das Grundmaterial des Grundblocks besteht  
5 vorzugsweise aus Kupfer, da dieses besonders gut thermisch leitet.

Der mindestens ein elektrischer Ein- und Ausgang kann in Form einfacher Kontakte oder Stecker vorgesehen sein.

Ein LED-Modul weist vorzugsweise eine elektrische Kontaktierungsmöglichkeit, eine Fassung und einen LED-Chip auf. Ein LED-Modul kann  
10 mehrere Fassungen und LED-Chips aufweisen.

Die Größe eines LED-Moduls kann auch auf die Größe des Grundblocks abgestimmt sein, sodass es genau die Fläche der Grundblockseite  
15 bedeckt, um die Anzahl der Bauteile und somit Komplexität und Fertigungskosten zu reduzieren. In besonders vorteilhafter Ausführung werden die Trennschicht und LED-Leuchfläche direkt auf dem Grundblock gefertigt.

Die LED-Leuchfläche wird durch die Fläche sämtlicher in den auf der Grundblockseite angeordneten LED-Modulen befindlichen LED-Chips gebil-  
20 det. Die LED-Leuchfläche ist somit die Summe derjenigen Flächen auf dem Baustein, die tatsächlich Licht emittiert. Das emittierte Licht liegt im Wellenlängenbereich von 100 bis 1000nm, vorzugsweise 200 bis 600nm.

25 Die Baustein-Leuchfläche beschreibt die gesamte Fläche eines Bausteins, welche durch die Grundblockseite gebildet wird. Hierzu tragen nicht Licht-emittierende Zwischenräume zwischen den LED-Modulen bzw. LED-Chips ebenfalls bei.

30 Die Baustein-Leistungsdichte (BPD) beschreibt die als Licht emittierte Leistung pro Fläche der Grundblockseite. Die Grundblockseite des Bausteins

beinhaltet Licht emittierende Flächen, die Flächen der LED-Chips und nicht Licht emittierende Flächen, beispielsweise Zwischenräume und Ränder.

Die Trennschicht wird vorzugsweise durch Aluminiumnitrid gebildet.

5 Entscheidend ist die Wahl eines Materials mit elektrisch isolierender Wirkung bei gleichzeitig guter thermischer Leitfähigkeit. Die Trennschicht muss nicht vollflächig auf der Grundblockseite angebracht sein. Beispielsweise kann die Trennschicht nur in Bereichen vorgesehen sein, in denen ein LED-Modul angeordnet ist.

10

Die Dicke der Trennschicht beträgt vorzugsweise weniger als 500  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt weniger als 425  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt weniger als 350  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt weniger als 275  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt weniger als 200  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt weniger als 100  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt weniger als 40  $\mu\text{m}$ ,

15

weiter bevorzugt weniger als 10  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt weniger als 2  $\mu\text{m}$ .

Durch solch geringere Dicken kann die Abführung der Wärme von den LED-Modulen optimiert werden.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist die Trennschicht eine Dicke von (etwa) 375  $\mu\text{m}$  auf, was ein optimierter Kompromiss

20

zwischen Wärmeabführung und Stabilität sein kann.

Unter dem Begriff „Werkstück“ werden im Sinne der vorliegenden Erfindung sämtliche zu behandelnde, weitgehend feste Materialien zusammengefasst. Diese können beispielsweise in Form von größeren, zusammenhängenden Einheiten vorliegen, beispielsweise als Grünlinge, Rohlinge oder

25

Halbzeuge. Auch nicht zusammenhängende Einheiten, wie Pulver, Grünpulver oder andere Vorprodukte werden unter dem Begriff „Werkstück“ zusammengefasst.

30

Eine Baustein-Leistungsdichte (BPD) größer 20 W/cm<sup>2</sup> hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, da bei entsprechender Baustein-

Leistungsdichte (BPD) bereits eine Vielzahl von Materialien thermisch behandelt werden kann.

5 Eine Baustein-Leistungsdichte (BPD) von beispielsweise  $20 \text{ W/cm}^2$  ermöglicht bereits einen ausreichenden Energieeintrag in die Oberfläche mancher thermisch zu behandelnder Werkstücke. Beispielsweise ist es möglich ein sehr gut absorbierendes Werkstück auf Temperaturen von  $1100^\circ\text{C}$  zu erhitzen.

10 Grundsätzlich besteht ein Zusammenhang zwischen Baustein-Leistungsdichte (BPD) und erreichbarer Temperatur eines thermisch zu behandelnden Werkstücks. Dieser Zusammenhang ist nicht zwangsweise linear über die Temperatur, da in verschiedenen Temperaturbereichen verschiedene Faktoren entscheidend für die erreichte Temperatur sind. Insbesondere  
15 in hohen Temperaturbereichen kann die erreichte Temperatur in Form der vierten Wurzel von der Leistungsdichte abhängig sein.

Eine weitere Erhöhung der Baustein-Leistungsdichte (BPD) ist vorteilhaft, da mit steigender Baustein-Leistungsdichte (BPD) weitere thermische Behandlungsmöglichkeiten möglich werden, wie z.B. eine thermische Be-  
20 handlung bei noch höheren Temperaturen.

Der erfindungsgemäße Baustein weist den Vorteil auf, dass eine kostengünstige und robuste alternative zu Lasern oder anderen optischen Systemen geschaffen wird, bei gleichzeitigen hohen erreichbaren Leistungen.  
25 Durch die Verwendung von LEDs wird eine besonders energieeffiziente und somit im Betrieb kostengünstige Erzeugung von Licht ermöglicht. Auch sind LEDs in der Anschaffung günstiger als beispielsweise Lasersysteme. Darüber hinaus ist die Baustein-Leistungsdichte (BPD) über die Stromzufuhr präzise und einfach regelbar, was ein Vorteil im Vergleich zu beispielsweise  
30 Gasbrennern darstellt.

Die vorzugsweise plane Grundgeometrie des Bausteins ermöglicht weiter eine Skalierbarkeit des Bausteins, so dass auch größere Flächen von Werkstücken thermisch behandelt werden können.

- 5           Weiter ist aufgrund der möglichen Baustein-Leistungsdichten (BPD) keine zusätzliche Fokussierung des Lichts erforderlich, was es beispielsweise möglich macht auf aufwendige Optiken zu verzichten.

- 10           Des Weiteren ist durch die erfindungsgemäße Vorrichtung auf überraschend einfache Weise eine homogene thermische Behandlung von Werkstücken möglich.

- 15           Die oben beschriebene Aufgabe wird ebenfalls gelöst durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Werkstücken, wobei die Vorrichtung mindestens einen erfindungsgemäßen Baustein aufweist.

- 20           Die Vorrichtung kann bereits durch einen Baustein gebildet werden, vorteilhafterweise wird die Vorrichtung jedoch durch mehrere Bausteine gebildet. Dies ermöglicht eine einfache Umsetzung der angesprochenen Skalierbarkeit.

- 25           Aufgrund der hohen Leistungsdichten von über  $20 \text{ W/cm}^2$  kann eine große Menge an Wärme entstehen, welche von den LED-Modulen weggeführt werden soll, um Schäden zu vermeiden. Die thermisch leitende Trennschicht leitet die Wärme zum thermisch leitenden Grundblock. Der thermisch leitende Grundblock leitet die Wärme wiederum weg von den LED-Modulen.

- 30           In einem Aspekt der Erfindung umfasst der erfindungsgemäße Baustein eine Kühleinrichtung, die ausgelegt ist, den Grundblock in einen thermischen Kontakt mit einem Kühlmittel zu bringen. Kann der thermisch leitende Grundblock aufgrund der Umgebung nicht genug Wärme von den LED-Modulen

abführen, so kann er mittels der Kühleinrichtung gekühlt werden, sodass die maximal abführbare Wärme vergrößert wird.

5 In einem bevorzugten Aspekt der Erfindung umfasst die Kühleinrichtung mindestens einen Kühlmittleingang und mindestens einen Kühlmittelausgang. So kann ein Strom des Kühlmittels in die Kühleinrichtung ein- und aus der Kühleinrichtung ausgeführt werden. So wird eine ständige Auswechse-  
lung des Kühlmittels ermöglicht, sodass die abführbare Wärme weiter vergrößert wird.

10 In einem besonders bevorzugten Aspekt der Erfindung ist die Kühleinrichtung ausgestaltet, um ein Kühlmittel über den mindestens einen Kühlmittleingang in den Grundblock ein- und über den mindestens einen Kühlmittelausgang aus dem Grundblock auszuführen. Die Kühleinrichtung und damit  
15 die Kühlmittlein- und Ausgänge können Teil des Grundblocks sein. So wird ein direkter Kontakt zwischen Kühlmittel und Grundblock gewährleistet, der die abführbare Wärmemenge nochmals vergrößert.

20 Der mindestens eine Kühlmittlein- und Kühlmittelausgang kann in der Form von Schlauchstutzen oder Schlauchkupplungen vorgesehen sein. Das Kühlmittel ist vorzugsweise Wasser.

25 Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Bausteins bedeckt die LED-Leuchtfäche mindestens 60%, vorzugsweise mindestens 70%, weiter bevorzugt mindesten 80%, weiter bevorzugt mindestens 90% der Grundblockseite.

30 Gemäß einer Ausführungsform des Bausteins hat die LED-Leuchtfäche eine Leuchtfächen-Leistungsdichte (LPD). Die Leuchtfächen-Leistungsdichte (LPD) beschreibt die als Licht emittierte Leistung pro LED-Leuchtfäche, beispielsweise pro cm<sup>2</sup> LED-Leuchtfäche.

Je größer der mit LED-Leuchtfäche bedeckte Bereich der Grundblockseite ist, desto homogener ist die Lichteinstrahlung auf einem in einem Arbeitsabstand angeordneten Werkstück. Darüber hinaus sind bei einer großen Bedeckung geringere Leuchtfächen-Leistungsdichte (LPD) zum Erreichen einer bestimmten Baustein-Leistungsdichte (BPD) erforderlich.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Bausteins bilden mehrere LED-Module die Leuchtfäche und die LED-Module sind dazu eingerichtet unterschiedliche Wellenlängenbereiche zu emittieren.

Die maximal erreichbare Leuchtfächen-Leistungsdichte (LPD) und somit auch die Baustein-Leistungsdichte (BPD) sind durch die zur Verfügung stehende LEDs begrenzt. Die maximale Leistung von LEDs ist im Wesentlichen wellenlängenabhängig. Für die vorliegende Erfindung sind die maximal verfügbaren LED-Leistungsdichten der jeweiligen Wellenlänge besonders vorteilhaft.

Die thermisch zu behandelnden Werkstücke absorbieren Licht unterschiedlicher Wellenlängen unterschiedlich stark, wobei die Absorption auch von der Temperatur, insbesondere Oberflächentemperatur des Werkstücks abhängt. Der Vorteil dieser Ausführungsform besteht darin, dass Licht unterschiedlicher Wellenlängen zur thermischen Behandlung der Werkstücke genutzt werden kann, je nach Oberflächentemperatur des zu behandelnden Werkstücks.

Durch die Wahl unterschiedlicher Wellenlängenbereiche ist somit eine auf ein thermisch zu behandelndes Werkstück optimierter Wellenlängenbereich auswählbar.

Bei einer Weiterführung der zuvor genannten Ausführungsform liegt ein erster Wellenlängenbereich im Bereich 425 bis 600 nm und ein zweiter Wellenlängenbereich im Bereich 200 bis 425 nm.

LEDs die im ersten Wellenlängenbereich emittieren sind kommerziell leicht und kostengünstig erhältlich, insbesondere 440 oder 455 nm.

Im zweiten Wellenlängenbereich werden bevorzugt LEDs verwendet,  
5 welche beispielsweise im Wellenlängenbereich 405, 395, 385, 375 oder 365 emittieren, da diese ebenfalls leicht und kostengünstig erhältlich sind.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Bausteins bilden mehrere LED-Module die Leuchtfläche und es sind mehrere elektrische Ein- und Aus-  
10 gänge vorhanden, welche jeweils elektrisch leitend mit einem LED-Modul oder einer LED-Modul-Gruppe elektrisch verbunden sind.

Eine LED-Modul-Gruppe wird durch einen Zusammenschluss von einzelnen LED-Modulen gebildet, beispielsweise von in einer Reihe oder in ei-  
15 nem Bereich befindlichen LED-Modulen.

Diese Ausführungsform weist den Vorteil auf, dass einzelne LED-Module oder LED-Modul-Gruppen elektrisch angesteuert werden können. Somit lässt sich beispielsweise die Intensität des vom Baustein emittierten Lichts  
20 räumlich variieren.

Für den Fall, dass die LED-Module auch in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen emittieren, ist es somit beispielsweise möglich zunächst Licht im ersten oder zweiten Wellenlängenbereichen auf eine Oberfläche des  
25 Werkstücks zum Aufheizen der Oberfläche des Werkstücks bis zum Erreichen einer vorgegebenen Oberflächentemperatur des Werkstücks einzustrahlen und anschließend Licht im zweiten oder ersten Wellenlängenbereiche einzustrahlen. Auch das simultane Einstrahlen von Licht unterschiedlicher Wellenlängenbereiche ist beispielsweise möglich.

30

Auch wird hierdurch die Vielseitigkeit und Nutzbarkeit der Bausteine verbessert.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Bausteins weist der Grundblock ein oder mehrere Kanäle, vorzugsweise eine Lamellenstruktur, auf, welche von einem Kühlmittel, vorzugsweise einem Kühlfluid, über den Kühlmittlein- und Kühlmittelausgang durchströmbar ist. Die Kanäle können eine im Inneren des Grundblocks angeordnete Struktur bilden, die einen guten Wärmeaustausch zwischen Grundblock und Kühlmedium bewirkt.

Eine Lamellenstruktur, oder eine andere Formen der Kanäle, erhöht die Fläche über die Wärme vom Grundblock in das Kühlmittel abgegeben werden kann. Somit wird die mögliche Kühlleistung erhöht. Eine Lamellenstruktur ist dabei besonders wirkungsvoll.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Bausteins beträgt der Abstand zwischen der Grundblockseite und einem über den Kühlmittleingang einbringbaren Kühlmittel weniger als 1 cm.

Dies ermöglicht eine schnelle und effiziente Wärmeabfuhr. Insbesondere bei der Verwendung von LED Leuchtflächen mit hohen Leuchtflächen-Leistungsdichte (LPD) kann somit die als Nebenprodukt anfallende thermische Leistung über das Material des Grundblocks in das Kühlmittel eingeleitet werden. Bei Abständen von mehr als 1 cm kann es beispielsweise vorkommen, dass der Wärmeleitkoeffizient des Materials des Grundblocks nicht groß genug ist, was die Möglichkeit zur Wärmeabfuhr begrenzt. Hierdurch können die einzelnen LEDs überhitzen. Im Extremfall kann dadurch die strukturelle Integrität des Bausteins beschädigt werden. Bei Abständen von weniger als 1 cm wird dies verhindert.

Gemäß einigen Ausführungsformen kann die Grundblockseite in einer Grundblockoberseite sein. In weiter bevorzugten Ausführungsformen ist die Grundblockoberseite die dem Werkstück zugewandte Seite des Grundblocks.

In weiteren bevorzugten Ausführungsformen umfasst der Grundblock außerdem eine Grundblockunterseite und Grundblockseitenflächen, wobei die Grundblockunterseite der Grundblockoberseite gegenüber oder schräg gegenüber liegen kann.

Gemäß einer Ausführungsform des Bausteins sind auf der Grundblockunterseite Verbindungsmöglichkeiten vorgesehen.

Die Verbindungsmöglichkeiten können beispielsweise in Form von mechanischen Verbindungsmöglichkeiten wie Gewindebohrungen, Ösen oder Rastverbindungen vorgesehen sein und / oder in Form von formschlüssigen Verbindungsmöglichkeiten, wie Kleben, Schweißen oder Löten vorgesehen sein. Hierdurch wird eine Befestigung des Bausteins beispielsweise an einer Halterung ermöglicht.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Bausteins sind der elektrische Eingang und/oder elektrische Ausgang und/oder der Kühlmittleingang und/oder der Kühlmittelausgang auf der Grundblockunterseite angeordnet.

Dies ermöglicht eine besonders einfache Kontaktierung von der Grundblockunterseite aus.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Bausteins sind der elektrische Eingang und/oder elektrische Ausgang und/oder der Kühlmittleingang und/oder der Kühlmittelausgang auf einer Grundblockseitenfläche angeordnet.

Dies ermöglicht in besonders einfacher Weise ein Zusammenstecken und Zusammenschalten mehrerer Bausteine zu einer erfindungsgemäßen Vorrichtung aufweisend mehrere Bausteine.

Gemäß einer Ausführungsform der Vorrichtung ist die Vorrichtung modular durch nebeneinander angeordnete Bausteine gebildet und/oder erweiterbar.

5 Dies ermöglicht in einfacher Weise die beschriebene Skalierbarkeit. In Abhängigkeit des thermisch zu behandelnden Werkstücks, kann die Vorrichtung schnell und einfach angepasst werden und beispielsweise vergrößert werden.

10 Gemäß einer Weiterbildung dieser Ausführungsform ist jeweils ein elektrischer Eingang und/oder Kühlmiteingang eines nachfolgenden Bausteins mit einem elektrischen Ausgang und/oder Kühlmittelausgang eines vorherigen Bausteins verbunden.

15 Dies ist in besonders einfacher Weise möglich, sofern der elektrische Ein- und/oder Ausgang und/oder der Kühlmitein- und/oder der Kühlmittelausgang eines Bausteins auf einer Grundblockseitenfläche des jeweiligen Bausteins angeordnet ist.

20 Vorteilhafterweise sind mehrere elektrische Ein- und/oder Ausgänge und/oder der Kühlmitein- und/oder der Kühlmittelausgänge auf unterschiedlichen Grundblockseitenflächen vorhanden, so dass auch flächige Strukturen durch die Bausteine zu einer Vorrichtung zusammengesteckt werden können.

25 In einem Aspekt der Erfindung ist jedes der ein oder mehreren LED-Module durch ein erstes transparentes Bauteil bedeckt. In einem bevorzugten Aspekt der Erfindung ist bedeckt jedes erste transparente Bauteil genau ein LED-Modul. Hierdurch werden die sensiblen LED-Module vor physischer  
30 Einwirkung geschützt, die zu Beschädigungen führen kann. Insbesondere bei Ein- und Ausbau des Bausteins kann der Kontakt mit den LED-Modulen zu Schäden führen.

In einem Aspekt der Erfindung sind die ein oder mehreren ersten transparenten Bauteile aus Glas gefertigt. In einem besonders bevorzugten Aspekt der Erfindung sind die ein oder mehreren ersten transparenten Bauteile aus Quarzglas gefertigt. In einem weiteren Aspekt der Erfindung bestehen die ein oder mehreren ersten transparenten Bauteile aus Saphirkristall.

Die ein oder mehreren ersten transparenten Bauteile können fest mit den durch sie bedeckten LED-Modulen verbaut sein.

10

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Bausteins ist die LED-Leuchtfäche durch ein zweites transparentes Bauteil auf der der Grundblock(ober)seite abgewandten Seite der /des LED-Moduls bedeckt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die ein oder mehreren ersten transparenten Bauteile durch das zweite transparente Bauteil auf der der Grundblock(ober)seite abgewandten Seite der ein oder mehreren ersten transparenten Bauteile, welche die LED-Module vor physischer Einwirkung schützen, bedeckt.

Das zweite transparente Bauteil ist geeignet die zwischen dem thermisch leitenden Grundblock und dem zweiten transparenten Bauteil liegenden Bauteile des Bausteins vor Gasen und/oder Partikeln, die an der Oberfläche des thermisch behandelten Werkstücks austreten oder entstehen zu schützen. Das zweite transparente Bauteil kann ausgetauscht werden und verhindert so, dass die LED-Module selbst ausgetauscht werden müssen.

In einem Aspekt der Erfindung ist das zweite transparente Bauteil aus Glas gefertigt. In einem besonders bevorzugten Aspekt der Erfindung ist das zweite transparente Bauteil aus Quarzglas gefertigt. In einem weiteren Aspekt der Erfindung besteht das zweite transparente Bauteil aus Saphirkristall.

30

Dies verhindert eine Beschädigung und/oder ein Verschmutzen der/ des LED-Moduls.

5        Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Bausteins beträgt die Grundblockseite eine Fläche im Bereich von 1 bis 100 cm<sup>2</sup>, vorzugsweise 5 bis 25 cm<sup>2</sup>.

10        Entsprechende Größen haben sich als besonders vorteilhaft erwiesen, da diese Größen einfach zu handhaben sind. Darüber hinaus stellen sie einen Kompromiss aus Fläche und somit thermisch zu behandelnder Werkstückgröße und elektrischer Leistungsaufnahme und Kühlleistungsaufnahme dar.

15        Gemäß weiterer bevorzugter Ausführungsformen des Bausteins beträgt die Baustein-Leistungsdichte (BPD) größer 35 W/cm<sup>2</sup>, weiter bevorzugt größer 50 W/cm<sup>2</sup>, weiter bevorzugt größer 80 W/cm<sup>2</sup>, weiter bevorzugt größer 100 W/cm<sup>2</sup>, weiter bevorzugt größer 130 W/cm<sup>2</sup>, weiter bevorzugt größer 200 W/cm<sup>2</sup>. Die BPD beträgt vorzugsweise nicht größer 1000 W/cm<sup>2</sup>, weiter bevorzugt nicht größer 600 W/cm<sup>2</sup>, weiter bevorzugt nicht größer 400 W/cm<sup>2</sup>,  
20        weiter bevorzugt nicht größer 300 W/cm<sup>2</sup>.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist der Baustein für eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Werkstücken folgende Merkmale auf:

- 25        - einen thermisch leitenden Grundblock mit einer Grundblockoberseite, einer Grundblockunterseite und Grundblockseitenflächen,  
         - mindestens einen elektrischen Eingang und mindestens einen elektrischen Ausgang,  
         - mindestens einen Kühlmittleingang und mindestens einen Kühlmittelausgang,  
30        - eine LED-Leuchtfäche mit einer Leuchtfächen-Leistungsdichte (LPD), wobei die LED-Leuchtfäche durch mindestens ein LED-Modul gebildet wird,

wobei das mindestens eine LED-Modul auf der Grundblockoberseite angeordnet ist und elektrisch leitend mit dem elektrischen Eingang und elektrischen Ausgang verbunden ist,

- eine Baustein-Leuchtfäche mit einer Baustein-Leistungsdichte (BPD),

5 wobei die Baustein-Leistungsdichte (BPD) der Summe der Leistung der auf der Grundblockoberseite angeordneten LED-Module pro Gesamtfläche der Grundblockoberseite entspricht und wobei die Baustein-Leistungsdichte (BPD) größer  $20 \text{ W/cm}^2$ , vorzugsweise größer  $35 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt größer  $50 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt größer  $80 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt größer  $100 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt größer  $130 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt größer  $200 \text{ W/cm}^2$  beträgt,

- einer Trennschicht zwischen LED-Modul und Grundblockoberseite, wobei die Trennschicht elektrisch isolierend und thermisch leitend ist.

15 Gemäß einer Ausführungsform der Vorrichtung bilden die Baustein-Leuchtfächen der Bausteine eine Vorrichtungsleuchtfäche mit einer Vorrichtungs-Leistungsdichte (VPD), wobei die Vorrichtungs-Leistungsdichte (VPD) der Summe der Leistung der auf den Grundblockseiten der Bausteine angeordneten LED-Module pro Gesamtfläche der Vorrichtung entspricht, wobei  
20 die Vorrichtungs-Leistungsdichte (VPD) größer  $20 \text{ W/cm}^2$ , vorzugsweise größer  $35 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt größer  $50 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt größer  $80 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt größer  $100 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt größer  $130 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt größer  $200 \text{ W/cm}^2$  beträgt.

25 In einem bevorzugten Aspekt beträgt die Vorrichtungs-Leistungsdichte (VPD) nicht größer  $1000 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt nicht größer  $600 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt nicht größer  $400 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt nicht größer  $300 \text{ W/cm}^2$ .

30 Die Vorrichtungsleuchtfäche ist analog zur Baustein-Leuchtfäche definiert als diejenige Fläche, welche die Gesamtfläche der Vorrichtung ist, von der Licht emittiert wird, wobei die nicht Licht emittierenden Bereiche, wie

beispielsweise Zwischenräume zwischen LED-Modulen, Zwischenräume zwischen den Bausteinen und Randbereiche, ebenfalls mitgezählt werden. Dies ermöglicht eine thermische Behandlung von Werkstücken mittels der Vorrichtung analog zu den Ausführungen zur Baustein-Leistungsdichte (BPD).

Gemäß einer Weiterbildung dieser Ausführungsform beträgt in einem Arbeitsabstand von mindestens 1 cm die Variation der Vorrichtungs-Leistungsdichte (VPD) weniger als 20%, vorzugsweise weniger als 10%, weiter bevorzugt weniger als 5%.

Die Variation ist definiert als prozentuale Abweichung vom Durchschnittswert. Dies ermöglicht eine gleichmäßige thermische Behandlung von Werkstücken, ohne dass sich lokale Hotspots oder zu kalte Bereiche bilden.

Eine entsprechend geringe Variation wird beispielsweise erreicht, indem die Breite des nicht leuchtenden Randes der Vorrichtung höchstens 20%, vorzugsweise höchstens 10%, weiter bevorzugt höchstens 5% der Breite der Vorrichtung ausmacht. Weiter bevorzugt liegt hierzu die Breite des nicht Licht emittierenden Randes der einzelnen Bausteine unter 1 mm, bevorzugt von unter 2 mm, weiter bevorzugt von unter 3 mm.

In einer Ausführungsform des Bausteins gelten die Ausführungen zur Variation auch für den Baustein.

In einer weiteren Ausführungsform der Vorrichtung weist die Vorrichtung eine Prozesskammer auf, wobei der mindestens eine Baustein innerhalb oder an der Prozesskammer angeordnet ist.

Bei einer Anordnung an der Prozesskammer ist der mindestens eine Baustein vorzugsweise auf der Außenseite eines Fensters zur Prozesskammer angeordnet, so dass das von dem mindestens einen Baustein emittierte Licht in die Prozesskammer hineinstrahlt, vorzugsweise auf einen

Probentisch oder Probenhalterung, in der ein zu behandelndes Werkstück fixierbar ist.

5 In einer Prozesskammer können die Umgebungsbedingungen für die Materialeigenschaften des zu behandelnden Werkstücks vorteilhaft eingestellt werden. Beispielsweise kann die Kammer einen verringerten Luftdruck bis hin zum Vakuum oder Schutzgas enthalten, um die zu behandelnden Werkstücke vor Oxidation zu schützen.

10 Eine Prozesskammer in der ein verringerter Luftdruck bis hin zum Vakuum erzeugbar ist, wirkt sich darüber hinaus besonders vorteilhaft auf die Effizienz bei der Verwendung von Licht im Bereich kurzer Wellenlängen aus.

15 Alternativ kann die Atmosphäre in der Kammer auch Prozessgase enthalten. Die Kammer kann sowohl als geschlossene Kammer ausgeführt sein als auch ein- oder mehrseitig offen, damit beispielsweise ein kontinuierlicher Durchfluss an zu behandelnden Werkstücken ermöglicht wird.

20 Die Prozesskammer kann eine Aufnahme für Werkstücke enthalten. Eine Aufnahme für Werkstücke ist vielfältig ausführbar. Beispielsweise kann es eine isolierende Unterlage sein, auf welcher die Werkstücke positioniert werden, oder es kann ein Mechanismus sein, welcher es erlaubt, herunterrieselnde Pulver im Fall zu beleuchten. Bevorzugt wird die äußere Umgebung der Vorrichtung durch die Prozesskammer von dem innerhalb der Prozess-

25 kammer emittierten LED-Licht abgeschirmt.

In einer weiteren Ausführungsform der Vorrichtung weist die Vorrichtung in den äußeren Randbereichen der aus den Bausteinen gebildete Fläche Spiegel auf, die dazu eingerichtet sind von den Baustein-Leuchtf lächen seitlich emittiertes Licht zu reflektieren, vorzugsweise in Richtung eines zu behandelnden Werkstücks.

30

An den äußeren Randbereichen der durch die Bausteine gebildeten Fläche kann die Leistungsdichte des LED-Lichts nach außen hin abfallen und gegen null tendieren, je weiter man sich von der durch die Bausteine gebildeten Fläche entfernt. Hierdurch lässt sich in manchen Fällen nicht die gesamte gebildete Fläche zum Prozessieren nutzen. Durch eine entsprechende Anordnung und Ausrichtung der Spiegel in den äußeren Randbereichen der aus den Bausteinen gebildete Fläche lässt sich somit die zum Prozessieren nutzbare Fläche vergrößern.

Die Werkstücke werden bei der thermischen Behandlung durch erfindungsgemäße Bausteine auf sehr hohe Temperaturen, bspw. 1100 °C erhitzt. Die Erfinder haben erkannt, dass es dabei typischerweise zu Ausdampfungen aus dem behandelten Werkstück oder Reaktionen an der Oberfläche des behandelten Werkstücks kommen kann. Die Erfinder haben außerdem erkannt, dass die daraus entstehenden bzw. austretenden Partikel und/oder Gase sensible Bauteile aufgrund der hohen Temperaturen beschädigen können, beispielsweise durch Einbrennen. Die beschriebenen Partikel und/oder Gase, welche bei der Erhitzung von Werkstücken auftreten, können zu Schäden an den LED-Modulen des erfindungsgemäßen Bausteins führen. Brennen sich Partikel und/oder Gase der Werkstücke in die LED-Module ein, so wird die Leistungsfähigkeit des Bausteins beeinträchtigt. Außerdem wird die Leistungsdichte über den Baustein hinweg reduziert und ungleichmäßig, so dass Werkstücke nicht mehr stark genug und gleichmäßig thermisch behandelt werden können. Folglich müssen LED-Module dann ersetzt werden.

Es ist daher ferner eine Aufgabe der Erfindung die Lebensdauer der Bausteine zur thermischen Behandlung von Werkstücken bei unveränderter Effektivität zu erhöhen.

Die Lösung dieser Aufgabe wird durch eine erfindungsgemäße Absaugvorrichtung ermöglicht.

Die erfindungsgemäße Absaugvorrichtung zum Absaugen von Partikeln und/oder Gasen, welche bei einer thermischen Behandlung eines Werkstücks mithilfe eines erfindungsgemäßen Bausteins oder einer erfindungsgemäßen Vorrichtung an einer Oberfläche des behandelten Werkstücks aus-  
treten oder entstehen weist eine Strömungsmaschine, ein oder mehrere Lei-  
5 tungen und eine Saugdüse auf. Die Leitungen koppeln die Strömungsmaschine an die Saugdüse, welche derart ausgestaltet ist, dass sie in Verbindung mit der Strömungsmaschine dazu geeignet ist, außerhalb der Absaugvorrichtung und in einer Umgebung der Saugdüse eine (vornehmlich) lami-  
10 nare Strömung zu erzeugen.

Durch die so erzeugte (im Wesentlichen) laminare Strömung werden die Partikel und/oder Gase durch die Absaugvorrichtung abgeführt, bevor diese auf die LED-Leuchtf lächen der LED-Module gelangen können, wodurch die  
15 Lebensdauer des Bausteins erhöht wird.

Diese Verlängerung der Lebensdauer wird erzielt, ohne die Effektivität der thermischen Behandlung zu reduzieren.

20 Zum Einen kann ein Einbau eines transparenten Bauteils, wie beispielsweise eines Quarzglases entfallen, was optische Verluste auf dem Weg zwischen LED-Modulen und Werkstück reduziert.

Zum Anderen werden Konvektionen reduziert. Wird eine Strömung in  
25 der Umgebung des zu behandelnden Werkstücks erzeugt, so kann dabei durch Konvektion Wärme aus dem Werkstück an die Umgebung verstärkt abgegeben werden, sodass eine höhere Leistungsdichte des Bausteins nötig wird, um die gleiche Temperatur im Werkstück zu erzielen. Die erfindungsgemäße Absaugvorrichtung reduziert diesen Effekt der Konvektion, indem eine  
30 (vornehmlich) laminare Strömung erzeugt wird, also weniger Turbulenzen entstehen, welche eine Konvektion von Wärme weg vom zu behandelnden Werkstück zur Folge hätten.

Die erfindungsgemäße Absaugvorrichtung erlaubt somit den Schutz der erfindungsgemäßen Bausteine vor Partikeln und/oder Gasen, die austreten oder entstehen ohne die Effektivität maßgeblich zu mindern wodurch die Langlebigkeit und Effektivität der Bausteine gewährleistet wird.

In einem Aspekt der Erfindung ist die Strömungsmaschine ein Ventilator. Andere Strömungsmaschinen können ebenfalls verwendet werden wie bspw. Gebläse und Verdichter.

Die Strömungsmaschine ist durch die Leitungen mit der Saugdüse gekoppelt, sodass am Eingang der Saugdüse ein Druckunterschied zwischen dem Innenraum der Saugdüse und der äußeren Umgebung der Saugdüse entsteht.

Die Saugdüse ist so ausgestaltet, dass in Verbindung mit den ein oder mehreren Leitungen und der Strömungsmaschine eine laminare Strömung des Fluids in der Umgebung der Saugdüse verursacht wird.

Die Ausgestaltung der Saugdüse kann von der Strömungsmaschine und der Kopplung bzw. Verbindung zwischen Saugdüse und Strömungsmaschine abhängig sein.

Laminare Strömungen zeichnen sich dadurch aus, dass sie im Wesentlichen keine Turbulenzen oder Verwirbelungen enthalten. Entsteht eine laminare Strömung in einem Bereich zwischen zwei Objekten ist daher im Wesentlichen gewährleistet, dass die Umgebung jedes Objektes von der Strömung ungestört bleibt. Die Strömung bildet jedoch eine Schwelle für Gase und/oder Partikel, welche an oder in einem Objekt entstehen und sich entlang Trajektorien in Richtung des anderen Objektes bewegen, da diese auf der Trajektorie von einem Objekt zum anderen in der Strömung aufgenommen und entlang der Strömung weggetragen werden.

In einem bevorzugten Aspekt der Erfindung sind die Absaugvorrichtung, die ein oder mehreren erfindungsgemäßen Bausteine und das zu behandelnde Werkstück so angeordnet, dass die (vorzugsweise) laminare Strömung zwischen den LED-Leuchtf lächen der ein oder mehreren Bausteine und dem zu behandelnden Werkstück entsteht.

In einem besonders bevorzugten Aspekt ist die (im Wesentlichen) laminare Strömung schräg zu einer auf mindestens einer der ein oder mehreren LED-Leuchtf lächen der ein oder mehreren Bausteine senkrecht stehenden Ebene gerichtet. So kann gewährleistet werden, dass Partikel und/oder Gase, die an einer Oberfläche des Werkstücks entstehen oder austreten und deren Trajektorie in Richtung der LED-Leuchtf lächen führt von der Strömung abgefangen werden und von den LED-Leuchtf lächen weggetragen werden. Da hierbei im Wesentlichen keine Verwirbelungen auftreten entsteht Konvektion nur in sehr geringem Maße, sodass im Wesentlichen keine Wärme vom Werkstück weg strömt.

In einem weiteren besonders bevorzugten Aspekt liegt ein Schnittpunkt der (vornehmlich) laminaren Strömung mit der auf mindestens einer der ein oder mehreren LED-Leuchtf lächen der ein oder mehreren Bausteine senkrecht stehenden Ebene im Lichtfeld der LED-Leuchtf lächen der ein oder mehreren Bausteine. Hierdurch wird ein effektiver Schutz der LED-Leuchtf lächen gewährleistet. Die (vornehmlich) laminare Strömung ist regelmäßig nicht eindimensional ausgeprägt. Es gibt daher mehr als einen Schnittpunkt der Strömung mit der bezeichneten Ebene. Es ist ausreichend, wenn mindestens ein Schnittpunkt im Lichtfeld der LED-Leuchtf lächen der ein oder mehreren Bausteine liegt. Als Lichtfeld wird die Menge der räumlichen Punkte bezeichnet, welche das von den ein oder mehreren LED-Leuchtf lächen der ein oder mehreren Bausteine ausgesendete Licht durchquert.

Die Absaugvorrichtung kann außerdem Filter enthalten, welche geeignet sind abgesaugte Gase und/oder Partikel auszufiltern, damit diese beispielsweise nicht bis zur Strömungsmaschine geraten und diese beschädigen oder wieder aus der Absaugvorrichtung austreten.

5

Die Absaugvorrichtung kann auch in Verbindung mit mehreren Bausteinen bzw. einer erfindungsgemäßen Vorrichtung aus ein oder mehreren Bausteinen verwendet werden. Insbesondere kann eine Absaugvorrichtung ebenfalls mit einer Ausführungsform der Vorrichtung verwendet werden, welche eine Prozesskammer umfasst.

10

In einem weiteren Aspekt der Erfindung kann die Absaugvorrichtung außerdem eine Blasvorrichtung umfassen. Die Blasvorrichtung ist dabei so anordbar, dass sie eine Strömung eines Fluids zu der Saugdüse hin bewirkt. Hierdurch wird der Absaugbereich der Absaugvorrichtung vergrößert. Beispielsweise kann bei der Verwendung einer Erfindungsgemäßen Vorrichtung bestehend aus mehreren erfindungsgemäßen Bausteinen eine große LED\_Leuchfläche zu schützen sein. Um dem gerecht zu werden ist die beschriebene Ausführungsform besonders geeignet. In einem bevorzugten Aspekt der Erfindung bewirkt die Blasvorrichtung eine im Wesentlichen laminare Strömung, welche zu der Saugdüse hin gerichtet ist.

15

20

In einem weiteren Aspekt der Erfindung sind mehrere Absaugvorrichtungen zusammen verwendbar.

25

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

30

Fig. 1a eine Ausführungsform eines Bausteins für eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Werkstücken mit Kühleinrichtung

- Fig. 1b eine Ausführungsform eines Bausteins für eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Werkstücken;
- 5 Fig. 2 eine weitere Ansicht der Ausführungsform aus Fig. 1b;
- Fig. 3 eine weitere Ausführungsform eines Bausteins für eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Werkstücken;
- 10 Fig. 4 eine weitere Ansicht der Ausführungsform aus Fig. 3;
- Fig. 5 eine Ausführungsform einer Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Werkstücken mit Bausteinen;
- 15 Fig. 6 eine Ausführungsform eines Grundkörpers eines Bausteins für eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Werkstücken;
- 20 Fig. 7 eine Ausführungsform einer Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Werkstücken aufweisend eine Prozesskammer und Bausteine.
- Fig. 8 eine Ausführungsform des Systems umfassend einen Baustein zur thermischen Behandlung eines Werkstücks, ein zu behandelndes Werkstück und eine Absaugvorrichtung
- 25 Fig. 9 eine Frontansicht einer Ausführungsform einer Saugdüse für eine Absaugvorrichtung
- 30 Fig. 10 a) eine seitliche Ansicht und b) ein dazu paralleler Querschnitt einer Saugdüse für eine Absaugvorrichtung

Bauteile, die in mehreren Figuren dargestellt sind, tragen dieselben Referenzzeichen.

## DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

5

Figur 1a beschreibt eine erste Ausführungsform eines Bausteins 1 für eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Werkstücken. Der Baustein 1 weist einen Grundblock 2 auf, welcher aus einem thermisch leitenden Material, beispielsweise Kupfer besteht. Auf einer Grundblockseite 3 sind ein oder mehrere LED-Module 10 angeordnet. Die in Figur 1a beispielhaft gezeigte Ausführungsform umfasst 45 LED-Module. Vorzugsweise weisen die LED-Module 10 eine elektrische Kontaktierungsmöglichkeit, eine Fassung und mindestens einen LED-Chip auf. Ein LED-Modul 10 kann mehrere Fassungen und LED-Chips aufweisen. Der tatsächlich Licht emittierende Bereich eines LED-Moduls 10 wird gerade durch die Summe der Fläche der jeweiligen LED-Chips des LED-Moduls 10 gebildet.

Der Baustein 1 weist eine Baustein-Leuchtfläche 18 mit einer Baustein-Leistungsdichte BPD auf, wobei die Baustein-Leistungsdichte BPD der Summe der Leistung der auf der Grundblockseite 3 angeordneten LED-Module 10 pro Gesamtfläche der Grundblockseite 3 entspricht.

Figur 1a zeigt weiterhin eine optionale Kühleinrichtung 1100, die dazu ausgelegt ist, den Grundblock 2 in thermischen Kontakt mit einem Kühlmittel 14 zu bringen. Ein solches Kühlmittel 14 kann beispielsweise eine Dielektrische Flüssigkeit sein. Aufgrund des hohen Wärmeleitkoeffizienten von vielen Flüssigkeiten im Vergleich zu Luft und anderen Gasen, wird so eine effizientere und leistungsfähigere Wärmeabfuhr aus dem Grundblock gewährleistet. Das Kühlmittel 14 ist jedoch nicht auf solche Flüssigkeiten beschränkt.

30

Die Kühleinrichtung 1100 weist weiterhin einen optionalen Kühlmittelausgang 8 und einen optionalen Kühlmittelausgang 9 auf. Die Anzahl der Ein-

und Ausgänge wird hierdurch nicht beschränkt. Mithilfe dieses Ein- und Ausgangs kann das Kühlmittel 14 zirkuliert werden, sodass die Kühlung des Grundblocks und damit des gesamten Bausteins noch mehr Wärme abführen kann, wodurch höhere Leistungsdichten des Bausteins ermöglicht werden.

5

Elektrische Eingänge 6 und Ausgänge 7 können auf allen Seiten des Grundblocks angeordnet und so ausgestaltet sein, dass elektrischer Kontakt zwischen Ein- 6 und Ausgängen 7 und den LED-Modulen ermöglicht wird. Insbesondere können elektrische Ein- 6 und Ausgänge 7 bei Verwendung dielektrischer Flüssigkeiten aufgrund der dielektrischen Eigenschaften so liegen, dass die in Kontakt mit der Flüssigkeit kommen. Beispielhafte Ausführungsformen und Verortungen von elektrischen Ein- und Ausgängen sind außerdem in den folgenden Figuren dargestellt.

10

15

Die geometrische Form des Grundblocks 2 und somit des Bausteins 1 ist nicht auf Rechtecke begrenzt. Jede Art von Vieleck ist möglich, wobei Vielecke, mit welchen eine vollständige Flächenfüllung möglich ist, bevorzugt sind, da sonst nichtleuchtende Zwischenräume entstehen.

20

Figur 1b beschreibt eine weitere Ausführungsform eines Bausteins 1 für eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Werkstücken in einer perspektivischen Ansicht von schräg oben auf den Baustein 1. Fig. 2 zeigt denselben Baustein in einer perspektivischen Ansicht von schräg unten. Der Baustein weist einen thermisch leitenden Grundblock 2 mit einer Grundblockoberseite 3, einer Grundblockunterseite 4 und Grundblockseitenflächen 5 auf. Der Abstand zwischen Grundblockoberseite 3 und Grundblockunterseite 4 definiert die Dicke d des Grundblocks 2.

25

Auf der Grundblockoberseite 3 sind mehrere LED-Module 10 angeordnet, wobei die das Licht emittierenden Bereiche der LED-Module 10 in Summe eine LED-Leuchtfäche 11 bilden, welche eine Leuchtfächen-Leistungsdichte LPD aufweist. Die LED-Module 10 weisen eine elektrische Kontaktierungsmöglichkeit, eine Fassung und mindestens einen LED-Chip auf.

30

Ein LED-Modul 10 kann mehrere Fassungen und LED-Chips aufweisen. Der tatsächlich Licht emittierende Bereich eines LED-Moduls 10 wird gerade durch die Summe der Fläche der jeweiligen LED-Chips des LED-Moduls 10 gebildet.

5

Die Leuchtflächen-Leistungsdichte LPD ergibt sich aus der als Licht emittierten Leistung pro LED-Leuchtfläche 11.

Der Baustein 1 weist eine Baustein-Leuchtfläche 18 mit einer Baustein-Leistungsdichte BPD auf, wobei die Baustein-Leistungsdichte BPD der Summe der Leistung der auf der Grundblockoberseite 3 angeordneten LED-Module 10 pro Gesamtfläche der Grundblockoberseite 3 entspricht. Bei dem vorliegenden rechteckigen Grundblock 2 berechnet sich die Gesamtfläche der Grundblockoberseite 3 aus den Längen der Grundblockseitenflächen 5.

15

Auf der Grundblockunterseite 4 ist jeweils ein elektrischer Eingang 6 und ein elektrischer Ausgang 7 angeordnet, welche beispielsweise in Form elektrischer Steckverbindungen kontaktierbar sind. Dieser elektrischer Eingang 6 und elektrischer Ausgang 7 sind von der Grundblockunterseite 4 auf die Grundblockoberseite 3 durchgeführt, so dass die einzelnen LED-Module 10 elektrisch kontaktierbar sind.

20

Weiter ist jeweils ein optionaler Kühlmittleingang 8 und ein optionaler Kühlmittelausgang 9 auf der Grundblockunterseite 4 angeordnet. Über den Kühlmittleingang 8 kann ein Kühlmittel 14 in das Innere des Grundblocks 2 geleitet werden, wo das Kühlmittel die Abwärme der auf der Grundblockoberseite 3 angeordneten LED-Module 10 aufnimmt. Über den Kühlmittelausgang 9 wird das Kühlmittel 14 aus dem Inneren des Grundblocks 2 herausgeleitet, so dass eine effektive Kühlung des Grundblocks 2 möglich ist.

25

30

Auf der Grundblockunterseite 4 sind weiter mechanische Verbindungsmöglichkeiten 15 vorgesehen. In Fig. 2 sind diese als Bohrungen mit

Gewinde ausgeführt, jedoch sind auch alternative Verbindungs- und Befestigungsmöglichkeiten möglich. Über die mechanischen Verbindungsmöglichkeiten 15 kann der Baustein 1 an einer Halterung oder tragenden Struktur befestigt werden.

5

Der Grundblock 2 besteht aus einem thermisch leitenden Material, beispielsweise Kupfer und kann in seinem inneren ein oder mehrere Kanäle 13, wie eine Lamellenstruktur, aufweisen, welche von einem Kühlmittel 14, beispielsweise Wasser, durchströmbar ist. Eine entsprechende Struktur von Kanälen 13, wie eine Lamellenstruktur, ist in Figur 6 gezeigt, wobei der Kühlmittleingang 8 und Kühlmittelausgang 9 abweichend auf Grundblockseitenflächen 5 angeordnet sind.

Die Baustein-Leistungsdichte BPD beträgt mehr als  $20 \text{ W/cm}^2$ . Dies ermöglicht bereits einen ausreichenden Energieeintrag in die Oberfläche mancher thermisch zu behandelnder Werkstücke. Beispielsweise ist es möglich ein sehr gut absorbierendes Werkstück auf Temperaturen von  $1100^\circ\text{C}$  zu erhitzen.

Die Baustein-Leistungsdichte BPD kann vorteilhafterweise nach Bedarf erhöht werden, vorzugsweise auf größer  $35 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt größer  $50 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt größer  $80 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt größer  $100 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt größer  $130 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt größer  $200 \text{ W/cm}^2$ . Hierdurch wird eine höhere Energieeintrag in die Oberfläche thermisch zu behandelnder Werkstücke ermöglicht. Die Baustein-Leistungsdichte BPD beträgt jedoch kleiner  $1000 \text{ W/cm}^2$ , vorzugsweise kleiner  $600 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt kleiner  $400 \text{ W/cm}^2$ , weiter bevorzugt kleiner  $300 \text{ W/cm}^2$ .

Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Bausteins 1 für eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung von Werkstücken. Hierbei sind mehrere elektrische Eingänge 6 und mehrere elektrischen Ausgänge 7 sowie

mehrere Kühlmittleingänge 8 und mehrere Kühlmittelausgänge 9 auf den Grundblockseitenflächen 5 angeordnet.

5 Durch die Anordnung der jeweiligen Ein- und Ausgänge 6, 7, 8, 9 auf den Grundblockseitenflächen 5 ist es in einfacher Weise möglich, mehrere Bausteine 1 zu einer Vorrichtung 100 zu verbinden, wie in Fig. 5 dargestellt. Die jeweiligen Ein- und Ausgänge 6, 7, 8, 9 sind vorzugsweise als Steckverbindungen oder korrespondierende Kupplungen ausgebildet.

10 Das Vorhandensein insbesondere mehrerer elektrischer Ein- und Ausgänge 6, 7 ermöglicht darüber hinaus ein Ansteuern einzelner LED-Module 10 oder LED-Modul-Gruppen 17. Hierdurch ist es möglich, dass bestimmte Bereiche der Baustein-Leuchtfläche 18 Licht emittieren, während andere Bereiche dunkel sind. Eine LED-Modul-Gruppe 17 wird hierbei durch einen Zusammenschluss von einzelnen LED-Modulen 10 gebildet (siehe Fig. 5).

Fig. 4 zeigt eine Ansicht der Ausführungsform aus Fig. 3 in einer Seitenansicht. Die dargestellte elektrisch isolierend und thermisch leitende Trennschicht 12 zwischen den LED-Modulen 10 und der Grundblockoberseite 3, ist auch bei den Ausführungsbeispielen aus Fig. 1a und Fig. 1b vorgesehen. Die Trennschicht 12 ist vorzugsweise aus Aluminiumnitrid gebildet. Die Trennschicht 12 muss nicht vollflächig auf der Grundblockoberseite 3 angebracht sein. Beispielsweise kann die Trennschicht 12 nur in den Bereichen auf der Grundblockoberseite 3 vorgesehen sein, in denen ein LED-Modul 10 angeordnet ist. Die Trennschicht kann verschiedene Dicken haben. In bevorzugten Ausführungsformen ist die Trennschicht weniger als 500  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt weniger als 425  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt weniger als 350  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt weniger als 275  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt weniger als 200  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt weniger als 100  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt weniger als 40  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt weniger als 10  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt weniger als 2  $\mu\text{m}$  dick. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform beträgt die Dicke der Trennschicht 375  $\mu\text{m}$ .

Weiter zeigt Fig. 4 ein optionales transparentes Bauteil, beispielsweise eine Glasscheibe 16 (z.B. Quarzglas), auf der der Grundblockoberseite 3 abgewandten Seite der LED-Module 10. Hierdurch kann eine Beschädigung und/oder ein Verschmutzen der LED-Module 10 verhindert werden. Insbesondere während einer thermischen Behandlung eines Werkstücks mit einem Baustein 1 können vom Werkstück Gase, Dämpfe oder andere Partikel austreten oder an der Oberfläche des Werkstücks entstehen, welche die LED-Module 10 verschmutzen. Des Weiteren können sich Partikel, Gase oder Dämpfe aufgrund der hohen Temperaturen im Werkstück bei der thermischen Behandlung in die LED-Module einbrennen, sodass diese nicht mehr funktionsfähig sind und ersetzt werden müssen.

Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform einer Vorrichtung 100 zur thermischen Behandlung von Werkstücken mit mehreren Bausteinen 1.

Die Vorrichtung 100 wird durch mehrere Bausteine 1a bis 1l gebildet. Jeder Baustein weist vorliegend mehrere elektrische Eingänge 6 und mehrere elektrischen Ausgänge 7 sowie mehrere Kühlmittleingänge 8 und mehrere Kühlmittelausgänge 9 auf.

Die Vergrößerung in Fig. 5 zeigt anhand der Verbindung zwischen den Bausteinen 1k und 1l, wie jeweils ein elektrischer Eingang 6k des Bausteins 1k mit einem elektrischen Ausgang 7l des Bausteins 1l, ein elektrischer Eingang 6l des Bausteins 1l mit einem elektrischen Ausgang 7k des Bausteins 1k verbunden ist. Analog gilt dies für den Kühlmittleingang 8k und Kühlmittelausgang 9l, sowie Kühlmittleingang 8l und Kühlmittelausgang 9k.

Die Baustein-Leuchtf lächen 18 der Bausteine 1a bis 1l bilden eine Vorrichtungsleuchtf läche 111 mit einer Vorrichtungs-Leistungsdichte VPD, wobei die Vorrichtungs-Leistungsdichte VPD der Summe der Leistung der auf den Grundblockoberseiten 3 der Bausteine 1a bis 1l angeordneten LED-Module

10 pro Gesamtfläche der Vorrichtung entspricht. Die Vorrichtungsleuchtfläche 111 ist analog zur Baustein-Leuchtfläche 18 definiert als diejenige Fläche, welche der Gesamtfläche der Vorrichtung 100 entspricht, von der Licht emittiert wird, wobei die nicht Licht emittierenden Bereiche, wie beispielsweise Zwischenräume zwischen LED-Modulen 10, Zwischenräume zwischen den Bausteinen 1a bis 1l und Randbereiche, ebenfalls mitgezählt werden.

Die geometrische Form der Vorrichtung 100 ist nicht auf Rechtecke begrenzt. Jede Art von Vieleck ist möglich. Insbesondere lassen sich abhängig von der geometrischen Form der Bausteine 1 auch dreidimensionale, sprich nicht nur flächige Vorrichtungen 100 bilden. Hierzu ist es insbesondere vorteilhaft, Bausteine 1 unterschiedlicher Geometrien zu kombinieren.

Fig. 7 zeigt eine weitere Ausführungsform der Vorrichtung 100, wobei die Vorrichtung 100 zusätzlich eine Prozesskammer 110 aufweist. Die Vorrichtung 100 weist in bekannter Weise Bausteine 1a, 1b auf, wobei die Bausteine 1a, 1b in bekannter Weise aus einem Grundblock 2 mit Grundblockoberseite 3 und Grundblockunterseite 4 bestehen sowie den weiteren in den Figuren 1 bis 4 dargestellten Merkmalen. Eine Vorrichtungsleuchtfläche 111 wird durch die LED-Leuchtfläche 11 der Bausteine 1a, 1b gebildet.

Bei der in Fig. 7 dargestellten Anordnung sind die Bausteine 1a, 1b in der Prozesskammer 110 angeordnet, so dass das von der Vorrichtungsleuchtfläche 111 emittierte Licht auf Aufnahme 120, beispielsweise einen Probentisch oder Probenhalterung einstrahlen kann. Es ist auch möglich, die Bausteine 1a, 1b auf der Außenseite eines Fensters der Prozesskammer 110 anzuordnen, so dass das von dem mindestens einen Baustein 1 emittierte Licht in die Prozesskammer 110 hineinstrahlt, vorzugsweise auf das in der Aufnahme 120 angeordnete zu behandelnde Werkstück.

Fig. 8 zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Absaugvorrichtung 200, diese umfassend eine Strömungsmaschine 201, Leitungen

202 und eine Saugdüse 203. Die Leitungen 202 koppeln die Strömungsmaschine 201 mit der Saugdüse 203, sodass sich an der Saugdüse zwischen Innenraum und äußerer Umgebung ein Druckverhältnis ungleich 1 ergibt. Die Saugdüse 203 ist dabei so ausgestaltet, dass eine laminare Strömung 205 in einer Umgebung der Saugdüse entsteht. Die Ausgestaltung der Saugdüse 203 kann abhängig von der Strömungsmaschine 201, der von der Strömungsmaschine 201 erbrachten Leistung und von den Leitungen 202 sein.

In Fig. 8 sind außerdem ein erfindungsgemäßer Baustein 1 und ein thermisch zu behandelndes Werkstück 204 abgebildet. Die Absaugvorrichtung und der Baustein sind dabei so zum Werkstück angeordnet, dass die in einer Umgebung der Saugdüse entstehende laminare Strömung 205 zwischen der LED-Leuchtfäche 11 des Bausteins 1 und dem Werkstück 204 entsteht. Die laminare Strömung ist außerdem schräg zu einer auf der LED-Leuchtfäche 11 senkrecht stehenden Ebene gerichtet. Außerdem liegt mindestens ein Schnittpunkt der laminaren Strömung mit mindestens einer solchen Ebene im Lichtfeld der LED-Leuchtfächen des Bausteins 1. Etwaige Gase und/oder Partikel, die an oder in der Oberfläche des zu behandelnden Werkstücks 204 entstehen oder austreten werden dadurch in der Strömung aufgenommen und weggetragen, sodass die Gase und/oder Partikel die LED-Leuchtfäche 11 nicht erreichen. Somit wird das Risiko von Verschmutzungen und Beschädigungen des Bausteins erheblich vermindert.

Durch die Eigenschaften der laminaren Strömung 205, sprich der Schichtung der Flussgeschwindigkeit, entstehen keine Turbulenzen und Wirbelungen. Die thermische Behandlung des Werkstücks 204 wird somit durch die Absaugvorrichtung 200 nicht gehemmt, da keine Konvektion entsteht, welche Wärme von dem zu behandelnden Werkstück 204 wegtransportiert. Dies ist insbesondere im Vergleich zu anderen Schutzvorrichtungen wie etwa Glasscheiben vorteilhaft, da hierdurch ein Hemmnis für die Strahlung in den Strahlweg des Lichts eingebracht wird. Absorption und Reflexion

bedingen Leistungsverluste, wodurch wiederum die thermische Behandlung gehemmt wird.

Fig. 9 zeigt eine Frontalansicht einer Ausführungsform der Saugdüse 203 in Fig. 8. Die weiße Fläche stellt dabei eine Öffnung der Düse dar, durch die Gase und/oder Partikel abgesaugt werden können.

Fig. 10 zeigt a) eine exemplarische, seitliche Ansicht und b) einen exemplarischen Querschnitt einer Ausführungsform der Saugdüse 203. In dieser Ausführungsform umfasst die Saugdüse eine abgerundete Lippe 206. Die Saugdüse 203, insbesondere die Lippe 206, ist in Verbindung mit dem restlichen Aufbau der Absaugvorrichtung (Strömungsmaschine 201 und Leitungen 202) so ausgestaltet, dass die entstehende Strömung in einer Umgebung der Saugdüse 203 laminar ist (siehe Pfeile in Fig. 8). Dies wird beispielsweise durch die abgerundete Form der Lippe 206 besonders effektiv erreicht, da insbesondere kantenfreie Flächen die Entstehung laminarer Strömungen begünstigen. Auch ist der Eintritt der laminaren Strömung in die Öffnung der Saugdüse 203 dann kaum von Verwirbelungen bei der Öffnung gestört. Weitere Ausgestaltungen der Saugdüse und anderer Teile des erfindungsgemäßen Systems können umgesetzt werden.

In der Beschreibung und in den Figuren sind bevorzugte Ausführungsformen der durch die beigefügten Ansprüche beanspruchten Gegenstände beschrieben. Die in der vorstehenden Beschreibung, den Ansprüchen und den Zeichnungen offenbarten optionalen Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Ausführung der hier gemäß der beiliegenden Ansprüche beanspruchten Gegenstände in ihren verschiedenen Ausgestaltungen Verwendung finden.

Die verschiedenen oben beschriebenen Aspekte und Ausführungsformen können kombiniert werden, um noch weitere Ausführungsformen zu schaffen. Diese und andere Änderungen können an den Ausführungsformen

im Lichte der obigen detaillierten Beschreibung vorgenommen werden. Im Allgemeinen sollten die in den folgenden Ansprüchen verwendeten Begriffe nicht so ausgelegt werden, dass sie die Ansprüche auf die in der Beschreibung und den Ansprüchen offengelegten spezifischen Aspekte und Ausführungsformen beschränken, sondern so, dass sie alle möglichen Ausführungsformen zusammen mit dem vollen Umfang der Äquivalente, auf die diese Ansprüche Anspruch haben, umfassen.

### Patentansprüche

1. Baustein (1) für eine Vorrichtung (100) zur thermischen Behandlung von Werkstücken, aufweisend:
  - 5 - einen thermisch leitenden Grundblock (2) mit einer Grundblockseite (3),
  - mindestens einen elektrischen Eingang (6),
  - eine LED-Leuchtfäche (11), wobei die LED-Leuchtfäche (11) durch mindestens ein LED-Modul (10) gebildet wird, wobei das mindestens
  - 10 eine LED-Modul (10) auf der Grundblockseite (3) angeordnet ist und elektrisch leitend mit dem elektrischen Eingang (6) verbunden ist,
  - eine Baustein-Leuchtfäche (18) mit einer Baustein-Leistungsdichte (BPD), wobei die Baustein-Leistungsdichte (BPD) der Summe der als Licht emittierten Leistung der auf der Grundblockseite (3) angeordneten
  - 15 ten LED-Module pro Gesamtfläche der Grundblockseite (3) entspricht,
  - einer Trennschicht (12) zwischen LED-Modul (10) und Grundblockseite (3), wobei die Trennschicht (12) thermisch leitend ist,  
**dadurch gekennzeichnet,**
  - 20 dass der Baustein (1) ferner mindestens einen elektrischen Ausgang (7) aufweist mit dem das mindestens eine LED-Modul (10) elektrisch leitend verbunden ist, dass die Trennschicht (12) elektrisch isolierend ist und, dass die Baustein-Leistungsdichte (BPD) größer  $20 \text{ W/cm}^2$  beträgt.
  - 25
2. Baustein (1) nach Anspruch 1, wobei die Grundblockseite (3) eine Grundblockoberseite (3) ist und der Grundblock (2) ferner eine Grundblockunterseite (4) und Grundblockseitenflächen (5) aufweist, der Baustein ferner umfassend:
  - 30 mindestens einen Kühlmittleingang (8) und mindestens einen Kühlmittelausgang (9),
  - wobei die LED-Leuchtfäche eine Leuchtfächen Leistungsdichte (LPD) aufweist.

3. Baustein (1) nach Anspruch 1, ferner umfassend eine Kühleinrichtung, die ausgelegt ist, den Grundblock in einen thermischen Kontakt mit einem Kühlmittel zu bringen.
- 5 4. Baustein (1) nach Anspruch 3, die Kühleinrichtung ferner umfassend mindestens einen Kühlmittleingang (8) und mindestens einen Kühlmittelausgang (9).
- 10 5. Baustein (1) nach Anspruch 4, wobei die Kühleinrichtung ausgelegt ist, ein Kühlmittel über den Kühlmittleingang (8) in dem Grundblock zu empfangen und das empfangene Kühlmittel über den Kühlmittelausgang (9) aus dem Grundblock auszuführen.
- 15 6. Baustein (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die LED-Leuchtfäche (11) mindestens 60%, vorzugsweise mindestens 70%, weiter bevorzugt mindesten 80%, weiter bevorzugt mindestens 90% der Grundblockoberseite (3) bedeckt.
- 20 7. Baustein (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere LED-Module (10) die LED-Leuchtfäche (11) des Bausteins (1) bilden und die LED-Module (10) dazu eingerichtet sind unterschiedliche Wellenlängenbereiche zu emittieren.
- 25 8. Baustein (1) nach Anspruch 7, wobei ein erster Wellenlängenbereich im Bereich 425 bis 600 nm liegt und ein zweiter Wellenlängenbereich, im Bereich 200 bis 425 nm.
- 30 9. Baustein nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere LED-Module (10) die LED-Leuchtfäche (11) bilden und mehrere elektrische Eingänge (6) und Ausgänge (7) vorhanden sind,

welche jeweils elektrisch leitend mit einem LED-Modul (10) oder einer LED-Modul-Gruppe (17) elektrisch verbunden sind.

- 5        10. Baustein (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Grundblock (2) eine oder mehrere Kanäle (13), vorzugsweise eine Lamellenstruktur, aufweist, welche von einem Kühlmittel (14), vorzugsweise einem Kühlfliuid, über den Kühlmittleingang (8) und Kühlmittelausgang (9) durchströmbar ist.
- 10       11. Baustein (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen der Grundblockoberseite (3) und einem über den Kühlmittleingang (8) einbringbaren Kühlmittel (14) weniger als 1 cm beträgt.
- 15       12. Baustein (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Grundblockseite (3) eine dem zu behandelnden Werkstück zugewandte Grundblockoberseite ist und der Grundblock vorzugsweise ferner eine Grundblockunterseite (2) und Grundblockseitenflächen (5) umfasst.
- 20       13. Baustein (1) nach einem der Ansprüche 2-12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrische Eingang (6) und/oder elektrische Ausgang (7) und/oder der Kühlmittleingang (8) und/oder der Kühlmittelausgang (9) auf der Grundblockunterseite (2) angeordnet sind.
- 25       14. Baustein (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrische Eingang (6) und/oder elektrische Ausgang (7) und/oder der Kühlmittleingang (8) und/oder der Kühlmittelausgang (9) auf einer Grundblockseitenfläche (2) angeordnet sind.
- 30       15. Baustein (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes LED-Modul zumindest eines Teils des mindestens einen LED-Moduls (10) durch ein erstes transparentes Bauteil,

vorzugsweise eine Glasscheibe, auf der der Grundblockseite (3) abgewandten Seite des LED-Moduls (10) bedeckt ist.

- 5 16. Baustein (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die LED-Leuchtfäche (11) durch ein zweites transparentes Bauteil (16), vorzugsweise eine Glasscheibe, auf der der Grundblockseite (3) abgewandten Seite der/des LED-Moduls (10) bedeckt ist.
- 10 17. Baustein (1) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste transparente Bauteil zwischen dem betreffenden LED-Modul (10) und dem zweiten transparenten Bauteil angeordnet ist.
- 15 18. Baustein nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die LED-Leuchtfäche (11) durch ein Quarzglas (16) auf der der Grundblockoberseite (3) abgewandten Seite der /des LED-Moduls (10) bedeckt ist.
- 20 19. Baustein (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundblockoberseite (3) eine Fläche im Bereich von 1 bis 100 cm<sup>2</sup>, vorzugsweise 5 bis 25 cm<sup>2</sup> beträgt.
- 25 20. Baustein (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Baustein-Leistungsdichte (BPD) größer 35 W/cm<sup>2</sup>, vorzugsweise größer 50 W/cm<sup>2</sup>, weiter bevorzugt größer 80 W/cm<sup>2</sup>, weiter bevorzugt größer 100 W/cm<sup>2</sup>, weiter bevorzugt größer 130 W/cm<sup>2</sup>, weiter bevorzugt größer 200 W/cm<sup>2</sup> beträgt.
- 30 21. Baustein (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Baustein-Leistungsdichte (BPD) nicht größer 1000 W/cm<sup>2</sup>, vorzugsweise nicht größer 600 W/cm<sup>2</sup>, vorzugsweise nicht größer 400 W/cm<sup>2</sup>, weiter bevorzugt nicht größer 300 W/cm<sup>2</sup> ist.

22. Baustein (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die LED-Leuchtfäche (11) eine Leuchtfächen Leistungsdichte (LPD) hat, welche sich aus der als Licht emittierten Leistung pro LED-Leuchtfäche ergibt.
- 5 23. Baustein (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Trennschicht (12) eine Dicke von kleiner als 500  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise kleiner als 425  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt kleiner als 350  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt kleiner als 275  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt kleiner als 200  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt kleiner als 100  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt kleiner als 40  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt kleiner als 10  $\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt kleiner als 2  $\mu\text{m}$  aufweist.
- 10 24. Vorrichtung (100) zur thermischen Behandlung von Werkstücken, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (100) mindestens einen Baustein (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 23 aufweist.
- 15 25. Vorrichtung (100) nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (100) modular durch nebeneinander angeordnete Bausteine (1) gebildet ist und/oder erweiterbar ist.
- 20 26. Vorrichtung (100) nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils ein elektrischer Eingang (6) und/oder Kühlmittleingang (8) eines nachfolgenden Bausteins (1) mit einem elektrischen Ausgang (7) und/oder Kühlmittelausgang (9) eines vorherigen Bausteins (1) verbunden ist.
- 25 27. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 24 bis 26, wobei die Baustein-Leuchtfächen (18) der Bausteine (1) eine Vorrichtungsleuchtfäche (111) mit einer Vorrichtungs-Leistungsdichte (VPD) bilden, wobei die Vorrichtungs-Leistungsdichte (VPD) der Summe der Leistung der auf den Grundblockoberseiten (3) der Bausteine (1) angeordneten LED-Module pro Gesamtfläche der Vorrichtung (1) entspricht, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtungs-Leistungsdichte (VPD) größer 20 W/cm<sup>2</sup>
- 30

beträgt.

- 5 28. Vorrichtung (100) nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Arbeitsabstand von mindestens 1 cm die Variation der Vorrichtung-Leistungsdichte (VPD) weniger als 20%, vorzugsweise weniger als 10%, weiter bevorzugt weniger als 5% beträgt.
- 10 29. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 24 bis 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (100) eine Prozesskammer (110) aufweist, wobei der mindestens eine Baustein (1) innerhalb oder an der Prozesskammer (110) angeordnet ist.
- 15 30. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 24 bis 29, wobei die Vorrichtung-Leistungsdichte (VPD) größer 35 W/cm<sup>2</sup>, vorzugsweise größer 50 W/cm<sup>2</sup>, weiter bevorzugt größer 80 W/cm<sup>2</sup>, weiter bevorzugt größer 100 W/cm<sup>2</sup>, weiter bevorzugt größer 130 W/cm<sup>2</sup>, weiter bevorzugt größer 200 W/cm<sup>2</sup> beträgt.
- 20 31. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 24 bis 30, wobei die Vorrichtung-Leistungsdichte (VPD) nicht größer 1000 W/cm<sup>2</sup>, vorzugsweise nicht größer 400 W/cm<sup>2</sup>, weiter bevorzugt nicht größer 300 W/cm<sup>2</sup> beträgt.
- 25 32. Verwendung eines Bausteins (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 23 oder einer Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 24 bis 31, zur thermischen Behandlung eines Werkstücks, vorzugsweise zur thermischen Behandlung bei Temperaturen größer als 500°C.
- 30 33. Absaugvorrichtung (200) zum Absaugen von Gasen und/oder Partikeln, welche bei einer thermischen Behandlung eines Werkstücks (204) mit Hilfe eines Bausteins (1) oder einer Vorrichtung (100) nach den

vorherigen Ansprüchen an einer Oberfläche des behandelten Werkstücks (204) austreten oder entstehen, umfassend:

- eine Strömungsmaschine (201),
- ein oder mehrere Leitungen (202), und
- eine Saugdüse (203),

wobei die Leitungen (202) die Strömungsmaschine (201) mit der Saugdüse (203) koppeln und die Saugdüse (203) derart ausgestaltet ist, dass sie in Verbindung mit den ein oder mehreren Leitungen und der Strömungsmaschine (201) geeignet ist, außerhalb der Absaugvorrichtung (200) und in einer Umgebung der Saugdüse (203) eine laminare Strömung (205) zu erzeugen.

34. Absaugvorrichtung (200) nach Anspruch 33, ferner umfassend eine Blausaugvorrichtung, welche zu der Saugdüse so anordbar ist, dass sie geeignet ist eine Strömung eines Fluids zur Saugdüse hin zu erzeugen, sodass der Absaugbereich der Saugdüse vergrößert wird.

35. Verwendung einer Absaugvorrichtung (200) nach den Ansprüchen 33 bis 34 zum Absaugen von Gasen und/oder Partikeln, welche bei einer thermischen Behandlung eines Werkstücks (204), vorzugsweise mithilfe eines Bausteins (1) oder einer Vorrichtung (100) nach den vorherigen Ansprüchen, an einer Oberfläche des behandelten Werkstücks (204) austreten oder entstehen.

36. System, umfassend:

- einen oder mehrere Bausteine (1) nach den Ansprüchen 1 bis 23, und
- eine oder mehrere Absaugvorrichtungen (200) nach den Ansprüchen 33 bis 34,

wobei die ein oder mehreren Bausteine (1) und die ein oder mehreren Absaugvorrichtung (200) relativ zu einem Werkstück (204) so anordbar sind, dass die von den ein oder mehreren Absaugvorrichtung (200)

erzeugte laminare Strömung (205) zwischen dem Werkstück (204) und den LED-Leuchtf lächen der ein oder mehreren Bausteine (1) entsteht und schräg zu einer auf mindestens einer der ein oder mehreren LED-Leuchtf lächen der ein oder mehreren Bausteine (1) senkrecht stehenden Ebene gerichtet ist.

37. System nach Anspruch 36, wobei ein Schnittpunkt der erzeugten laminaren Strömung mit der auf mindestens einer der ein oder mehreren LED-Leuchtf lächen der ein oder mehreren Bausteine (1) senkrecht stehenden Ebene im Lichtfeld der ein oder mehreren LED-Leuchtf lächen der ein oder mehreren Bausteine (1) liegt.