

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 278 218 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

26.01.2011 Patentblatt 2011/04

(51) Int Cl.:

F21V 29/02^(2006.01)**F21S 8/12^(2006.01)**(21) Anmeldenummer: **10002906.5**(22) Anmeldetag: **19.03.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

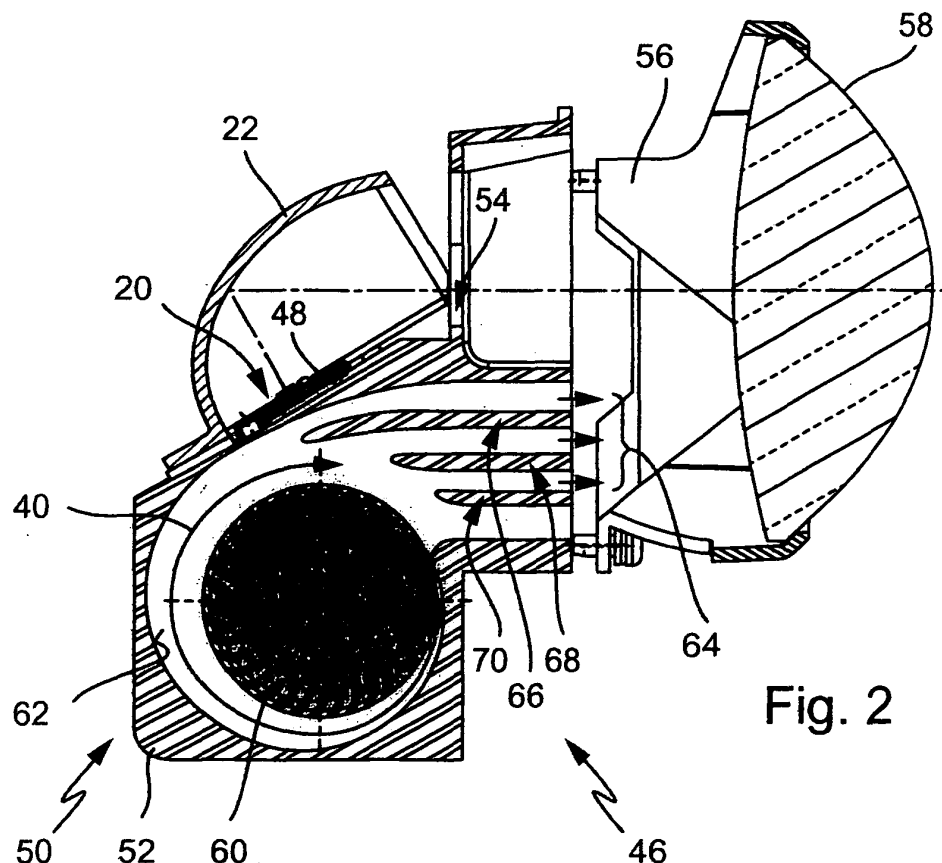
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA ME RS(30) Priorität: **20.07.2009 DE 102009033909**(71) Anmelder: **Automotive Lighting Reutlingen GmbH
72762 Reutlingen (DE)**(72) Erfinder: **Brendle, Matthias
72074 Tübingen (DE)**(74) Vertreter: **Meier, Christof
Dreiss Patentanwälte
Postfach 10 37 62
70032 Stuttgart (DE)**(54) **Frontscheinwerfer mit einer Kühleinrichtung**

(57) Frontscheinwerfer (10) für ein Kraftfahrzeug, mit wenigstens einer zu kühlenden Wärmequelle (20) und einer Kühleinrichtung (50), die einen thermisch mit der Wärmequelle (20) gekoppelten Kühlkörper sowie ein Gebläse mit einem Gebläsegehäuse aufweist, das einen

den Kühlkörper kühlenden Luftstrom (40) erzeugt. Der Frontscheinwerfer (10) zeichnet sich dadurch aus, dass der Kühlkörper mit dem Gebläsegehäuse eine einstückige bauliche Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit (52; 53) bildet.

**Fig. 2****EP 2 278 218 A2**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Frontscheinwerfer für ein Kraftfahrzeug nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein solcher Frontscheinwerfer weist eine zu kühlende Wärmequelle und eine Kühleinrichtung auf, die einen thermisch mit der Wärmequelle gekoppelten Kühlkörper sowie ein Gebläse mit einem Gebläsegehäuse aufweist, das einen den Kühlkörper kühlenden Luftstrom erzeugt.

[0002] Ein solcher Frontscheinwerfer wird von der Anmelderin als LED-Scheinwerfer (LED = Light Emitting Diode) für den Audi R8 geliefert und ist daher auf dem Markt bekannt. Bei diesem Frontscheinwerfer stellt die LED-Anordnung die Wärmequelle dar.

[0003] Halbleiterlichtquellen werden derzeit in zunehmendem Umfang in Beleuchtungseinrichtungen von Kraftfahrzeugen eingesetzt. Nachdem sich der Einsatz zunächst auf Signalleuchten wie Brems- und Blinkleuchten beschränkt hatte, wird derzeit damit begonnen, Halbleiterlichtquellen auch für Scheinwerferfunktionen, also für eine Beleuchtung des Fahrzeugumfeldes zu verwenden.

[0004] Im Gegensatz zu Halogenlampen oder Gasentladungslampen geben LED kaltes Licht ab. Die Strahlung selbst enthält also keine Wärmestrahlungsanteile, die mit den entsprechenden Anteilen einer Halogenlampe oder Gasentladungslampe vergleichbar wären. Trotzdem treten auch beim Betrieb von LED Verluste von ca. 80 % auf. Das heißt, dass 80 % der zum Betrieb eingesetzten elektrischen Energie als Verlustwärme frei werden und die LED aufheizen. Dies ist problematisch, weil wichtige Eigenschaften von LED wie deren Lichtstrom, Farbe, Vorwärtsspannung und Lebensdauer stark temperaturabhängig sind. Die Temperatur der Halbleiterlichtquellen muss daher innerhalb enger, fest vorgegebener Grenzen um einen vorbestimmten thermischen Arbeitspunkt liegen. Dabei müssen die LED insbesondere vor einer Überhitzung geschützt werden.

[0005] Die maximal zulässige Chiptemperatur liegt je nach Hersteller zwischen 125°C und 185°C. Eine Überschreitung der jeweiligen Maximaltemperatur hat eine Zerstörung der LED zur Folge. Da nur etwa 20 % der eingesetzten elektrischen Energie in Licht umgewandelt werden, treten in Frontscheinwerfern Verlustwärmeleistungen auf, die Werte zwischen 20 Watt und 40 Watt erreichen können.

[0006] Um diese im LED-Chip auftretenden Verlustwärmeleistungen ohne unzulässig hohe LED-Temperaturen zuverlässig abführen zu können, werden Kühlkonzepte angewandt, die insbesondere großflächige Aluminium- oder Kupfer-Kühlkörper der eingangs genannten Art vorsehen, um die Verlustwärme aufzunehmen und über Kühlrippen und/oder andere Oberflächen-vergrößende Strukturen an die Umgebung abzugeben.

[0007] Oftmals sind die Anforderungen an die Kühlung so hoch, dass die normale konvektive Kühlung nicht mehr ausreicht und mit einem Gebläse eine Zwangsküh-

lung durch einen Kühlluftstrom erfolgen muss. Dabei wird der Kühlkörper in der Regel im Auslass-Luftstrom des Gebläses angeordnet wobei der Auslassluftstromquerschnitt durch einen zwischen dem Gebläse und dem Kühlkörper angeordneten Diffusor vom vergleichsweise kleinen Gebläseauslassquerschnitt auf einen vergleichsweise großen Kühlkörperanströmquerschnitt vergrößert wird.

[0008] Bei dieser Hintereinanderschaltung von Gebläse und Kühlkörper sowie dem gegebenenfalls noch dazwischen angeordneten Diffusor ergibt sich eine große Baulänge. Dies ist nachteilig, da eine große Baulänge bei Kurvenlichtmodulen viel Platz zum Schwenken des Lichtmoduls benötigt. Dieser Platz ist in der Regel knapp. Außerdem schränkt der Platzbedarf den konstruktiven und gestalterischen Spielraum bei der Scheinwerferentwicklung ein, was unerwünscht ist.

[0009] Darüber hinaus ergibt sich durch die große Baulänge ein unerwünscht großes Verhältnis innerer Oberflächen der Kühlluft führenden Teile zum Volumen dieser Teile, was den durch Wandreibung verursachten Strömungswiderstand erhöht und damit größere und schwerere Kühleinrichtungen zur Erzielung einer vorbestimmten Kühlwirkung erfordert.

[0010] Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der Erfindung in der Angabe eines Frontscheinwerfers der eingangs genannten Art, bei dem diese Nachteile zumindest verringert sind.

[0011] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0012] Der erfindungsgemäße Frontscheinwerfer zeichnet sich dadurch aus, dass der Kühlkörper mit dem Gebläsegehäuse eine einstückige bauliche Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit bildet.

[0013] Durch diese Merkmale wird ein Frontscheinwerfer mit einer besonders kompakten, vergleichsweise leichten und durch verringerte Strömungswiderstände effizienten und leistungsfähigen Kühlvorrichtung bereitgestellt.

[0014] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Gebläse ein Radialgebläse oder ein Diagonalgebläse mit einem in dem Gebläsegehäuse als Rotor drehbaren Gebläserad.

[0015] Solche Gebläse bieten vor allem bei Kühlkörpern mit kleinen Querschnitten und hohen Luftwiderständen Vorteile gegenüber Axialgebläsen, die wegen ihres geringen Arbeitsdrucks strömungsgünstige Kühlkörper mit großen Querschnitten benötigen. Außerdem lassen sich Radialgebläse im Vergleich zu Axialgebläsen mechanisch robuster aufbauen, da hier Motor und Gebläserad auf einer geschlossenen Seitenwand des Gebläsegehäuses montiert werden können.

[0016] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit dazu eingerichtet, die Wärmequelle auf einer zur Drehachse des Rotors parallelen Wand der Kühlkörper-Stator-Gehäuse-Einheit aufzunehmen.

[0017] Da diese Gehäusewand den Luftstrom ablenkt, wirkt sie wie eine Statorschaufel. So wie für Statorschaufeln gilt auch für diese Wand, dass diese Ablenkung die Dicke der unbewegten und damit isolierenden Grenzschicht in der Luftströmung verringert. Dadurch werden hier besonders kleine thermische Übergangswiderstände erzielt, was den erwünschten Kühleffekt begünstigt.

[0018] Es ist daher auch unabhängig von der Anordnung der Wärmequelle bevorzugt, dass die Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit als Stator ausgebildet ist. Durch die Ausbildung als Stator lenkt das Gehäuse die aus dem Gebläse rad ausströmende Luft durch die Gehäusewand und gegebenenfalls weitere Statorschaufeln in eine Vorzugsrichtung um und erzeugt einen statischen Druck. Auch hier gilt, dass beim Ablenken des Luftstroms an den Statorschaufeln die unbewegte, d.h. isolierende Grenzschicht in der Luftströmung, sehr dünn ist, so dass besonders kleine thermische Übergangswiderstände erzielt werden. Da Stator und Kühlkörper in einem Bauteil ausgeführt sind, treten nur vergleichsweise geringe Wandreibungsverluste auf.

[0019] Ein weiterer Vorteil der Kühlkörper-Gehäuse-Einheit besteht darin, dass sie die Möglichkeit bietet, den Auslassluftstrom aufzuteilen. In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit dazu eingerichtet, den Auslassluftstrom auf mehrere Auslassluftteilströme aufzuteilen. Dadurch können mehrere Lichtmodule bzw. Wärmequellen weitgehend unabhängig voneinander gekühlt werden.

[0020] Bevorzugt ist auch, dass die Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit wenigstens eine in einem Auslassluftstrom der Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit angeordnete Oberflächen-vergrößernde Struktur aufweist.

[0021] Dadurch wird die für den Übergang der Wärme von der Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit auf den Kühlluftstrom zur Verfügung stehende Oberfläche vergrößert, was die Kühlwirkung verbessert.

[0022] Durch wenigstens eine im Auslassluftstrom angeordnete Kühlrippe, die im Kühlluftstrom steht, wird die Laminarität und Wirbelfreiheit des Kühlluftstroms verbessert. Bevorzugt sind die Rippen in Strömungsrichtung und damit längs des Auslassluftstroms angeordnet und verjüngen sich zu einem oder beiden Enden. Idealerweise sind die Rippen an einem oder beiden Enden verrundet. In beiden Fällen ist der angeströmten Kante der Rippen die größere Aufmerksamkeit hinsichtlich Verjüngung und Verrundung zu widmen. Dadurch können hohe Volumenströme, beziehungsweise hohe statische Drücke und damit eine gute Wärmeabfuhr erzielt werden.

[0023] Dabei kann das angeströmte Ende der Rippe quer zu einem Umfang des Rotors oder in einer Ebene mit einem Umfang des Rotors angeordnet sein.

[0024] Die Erfindung eignet sich allgemein zur Kühlung von Wärmequellen in Frontscheinwerfern. Neben Halbleiterlichtquellen können je nach Ausgestaltung auch Lichtfunktionen steuernde Steuergeräte und/oder Endstufenanordnungen des Frontscheinwerfers gekühlt werden, mit denen zum Beispiel Verstellantriebe eines

Kurvenlichtmoduls, einer Leuchtweitenregulierung oder einer variablen Blendenanordnung angesteuert werden.

[0025] Dabei ist jeweils bevorzugt, dass die Wärmequelle auf einer Außenwand der Kühlkörper-Gehäuse-Einheit angeordnet ist, Sie kann daher ihre abzuführende Wärme durch direkten thermischen Kontakt in die als Wärmesenke dienende Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit einspeisen, die selbst durch die an ihrer gegebenenfalls glatten Innenwand ohne großen Strömungswiderstand entlang streichende Gebläseluft gekühlt wird.

[0026] Weitere Vorteile ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den beigefügten Figuren.

[0027] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Zeichnungen

[0028] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen, jeweils in schematischer Form:

Fig. 1 eine stark schematisierte Darstellung eines bekannten Frontscheinwerfers;

Fig. 2 einen Querschnitt durch ein Lichtmodul eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Frontscheinwerfers;

Fig. 3 ein Spiralgehäuse mit einer ersten Ausgestaltung einer Anordnung von Kühlrippen;

Fig. 4 ein Spiralgehäuse mit einer zweiten Ausgestaltung einer Anordnung von Kühlrippen; und

Fig. 5 einen Querschnitt durch ein Lichtmodul eines weiteren Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Frontscheinwerfers.

[0029] Im Einzelnen zeigt die Figur 1 einen Frontscheinwerfer 10 mit einem Scheinwerfergehäuse 12, einem in dem Scheinwerfergehäuse 12 angeordneten Lichtmodul 14 und einer für Licht 16 durchlässigen Abdeckscheibe 18. Das Licht 16 wird von einer Halbleiterlichtquelle erzeugt, die ein Beispiel einer zu kühlenden Wärmequelle 20 darstellt.

[0030] Durch optische Elemente 22 wird das von der Halbleiterlichtquelle 20 erzeugte Licht 16 gebündelt und gegebenenfalls zusätzlich beeinflusst, um eine gewünschte Lichtverteilung vor dem Frontscheinwerfer 10 zu erzielen. In der dargestellten Ausgestaltung ist das optische Element 22 ein Reflektor. Alternativ oder ergänzend können Blendenanordnungen und/oder Linsen als

optische Elemente verwendet werden, um Reflexionssysteme oder Projektionssysteme zu realisieren und/oder um verschiedene Lichtverteilungen zu erzeugen. Die verschiedenen Lichtverteilungen unterscheiden sich zum Beispiel dadurch, ob sie eine definierte Hell-Dunkelgrenze aufweisen oder nicht und gegebenenfalls darin, wie eine solche Hell-Dunkelgrenze ausgestaltet ist.

[0031] In der dargestellten Ausgestaltung ist das Lichtmodul 14 kardanisches im Gehäuse 12 aufgehängt. Zur Leuchtweitenregulierung kann es um die waagerechte Achse 24 geschwenkt werden. Eine Schwenkung um eine vertikale Achse 26 erfolgt zur Realisierung einer Kurvenlichtfunktion. Diese Lichtfunktionen und die zu ihrer Erzielung erforderlichen Ausgestaltungen optischer Elemente, Schwenkantriebe und Steuerelemente sind dem Fachmann vertraut und bedürfen daher an dieser Stelle keiner weiteren Erläuterung.

[0032] Die Erfindung betrifft nicht diese Lichtfunktionen sondern vielmehr die Kühlung der Wärmequelle 20 des Frontscheinwerfers 10, insbesondere die Kühlung einer Halbleiterlichtquelle. Es versteht sich daher, dass die Erfindung nicht auf Scheinwerfer der in der Fig. 1 dargestellten Art beschränkt ist. Die Fig. 1 dient insofern lediglich der Erläuterung eines Beispiels eines technischen Umfeldes der Erfindung.

[0033] Zum Zweck der Kühlung der Wärmequelle 20 weist der Frontscheinwerfer 10 eine Kühleinrichtung 30 auf, die einen mit der Wärmequelle 20 thermisch gekoppelten Kühlkörper 32 sowie ein Gebläse 34 mit einem Gebläsegehäuse 36 aufweist, das einen den Kühlkörper 32 kühlenden Luftstrom 38, 40 erzeugt.

[0034] Bei dem Kühlkörper 32 handelt es sich in der Regel um einen mit Rippen 42 versehenen Fließguss- oder Strangguss-Kühlkörper aus einem Werkstoff, der eine gute Wärmeleitfähigkeit besitzt. Typische Vertreter solcher Werkstoffe sind Aluminium, Magnesium und Kupfer sowie auf diesen Metallen basierende Legierungen.

[0035] Um die von der Halbleiterlichtquelle als zu kühlender Wärmequelle 20 erzeugte Wärme bei gegebenem Kühlluftstrom 40 und gegebener Geometrie abzuführen, muss der Kühlkörper 32 eine gewisse Wärmekapazität und Oberfläche besitzen. Diese trägt zu dem unerwünscht großen Bauraumbedarf bei. Zur Querschnittsanpassung zwischen dem vergleichsweise kleinen Luftauslassquerschnitt des Gebläses 34 und dem relativ großen anzuströmenden Querschnitt des Kühlkörpers 32 weist die Kühleinrichtung 30 einen Diffusor 44 auf. Diese herkömmliche Hintereinander-Anordnung von Gebläse 34, Diffusor 44 und Kühlkörper 32 ergibt eine unerwünscht große Baulänge, was für die Realisierung von Kurvenlichtfunktionen nachteilig ist. Außerdem führt die Hintereinander-Anordnung zu Verlusten an Strömungsenergie durch Luftreibung und Verwirbelung im Gebläse 34, dem Diffusor 44 und dem Kühlkörper 32.

[0036] Im Folgenden wird unter Bezug auf die Figur 2 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert. Dabei zeigt die Figur 2 ein Lichtmodul 46, das beim Gegenstand

der Figur 1 das Lichtmodul 14 ersetzt. In Verbindung mit den übrigen Merkmalen des Gegenstands der Figur 1 ergibt das Lichtmodul 46 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Frontscheinwerfers.

[0037] Im Einzelnen weist das Lichtmodul 46 eine Halbleiterlichtquelle 48 als zu kühlende Wärmequelle 20 und eine Kühleinrichtung 50 auf, die einen thermisch mit der Wärmequelle 20 gekoppelten Kühlkörper sowie ein Gebläse mit einem Gebläsegehäuse aufweist, das einen den Kühlkörper kühlenden Luftstrom 40 erzeugt.

[0038] Im Gegensatz zum Gegenstand der Figur 1, bei dem der Kühlkörper 32 und Gebläsegehäuse 36 verschiedene Bauteile sind, zeichnet sich die Kühleinrichtung 50 der Figur 2 dadurch aus, dass der Kühlkörper mit dem Gebläsegehäuse eine einstückige bauliche Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 52 bildet. Bei der Erfindung findet demnach eine Mehrfachnutzung derselben Struktur 52 als Gebläsegehäuse und als Kühlkörper statt.

[0039] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung werden neben der Wärmequelle 20 weitere Komponenten des Lichtmoduls 46 an der kompakten und stabilen Struktur der Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 52 befestigt. Beim Gegenstand der Fig. 2 sind dies ein optisches Element 22 in Form eines Reflektors, eine Blende 54 und ein Linsenträger 56, der eine Projektionslinse 58 trägt. Weitere Befestigungs-, Lagerungs- oder Zentrierelemente können bei der Herstellung der Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 52 mit in diese integriert werden.

[0040] Die Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 52 ist bevorzugt aus dem gleichen Material wie der Kühlkörper 32 aus der Figur 1 hergestellt, also aus Aluminium, Magnesium, Kupfer oder aus einer Legierung, die wenigstens einen dieser Werkstoffe enthält. Als geeignete Herstellungsverfahren werden insbesondere Spritzgussverfahren betrachtet.

[0041] Im Vergleich zu dem Gebläsegehäuse 36 aus der Fig. 1, das nur der Luftführung dient und daher aus leichtem Kunststoff bestehen kann, weist die bevorzugt aus Metallspritzguss hergestellte Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 52 Gewichtsnaachteile auf. Diese Gewichtsnaachteile werden jedoch durch den Gewichtsvorteil überkompensiert, der sich durch den Wegfall des separaten Kühlkörpers 32 aus der Fig. 1 ergibt. In der Summe kann man mit der Einsparung von etwa einem Drittel des Gewichtes des Kühlkörpers 32 rechnen.

[0042] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf einen bestimmten Gebläsetyp beschränkt und kann im Prinzip mit jeder Vorrichtung, die mechanische Energie in Strömungsenergie bewegter Luft umwandelt, betrieben werden. In einer bevorzugten Ausgestaltung wird jedoch ein Radialgebläse oder ein Diagonalgebläse mit einem in der Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 52 als Rotor oder Impeller drehbaren Gebläserad 60 verwendet.

[0043] Bei dem in der Fig. 2 dargestellten Gebläse handelt es sich um ein solches Radialgebläse, bei dem die Kühlluft senkrecht zur Zeichenebene aus der Umgebung angesaugt wird. Die Luft wird dabei zunächst in einen zentralen Bereich des als Rotor drehbaren und als

Gebläserad wirkenden Impellers 60 gesaugt und durch Schaufeln des Gebläserades 60 radial beschleunigt. Die Innenfläche 62 der hier als Spiralgehäuse ausgestalteten Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 52 wirkt unter diesen Umständen wie eine Statorschaufel, welche die radial beschleunigte Luft in Umfangsrichtung und damit in die eingezeichnete Richtung der Kühlluft 40 umlenkt. Die Fig. 2 zeigt damit insbesondere auch eine Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 52, die als Stator ausgebildet ist. Es versteht sich, dass weitere Statorschaufeln zwischen dem Impeller 60 und der Innenfläche 62 angeordnet sein können.

[0044] Durch die beschriebene Umlenkung der Luft ergibt sich eine hohe tangentielle Luftgeschwindigkeit und eine sehr geringe Dichte der Luftgrenzschicht an der Innenfläche 62, was für einen kleinen Wärmewiderstand für den Übergang von Wärme aus der Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 52 auf die Kühlluft 40 sorgt. Daraus ergibt sich eine sehr intensive Kühlwirkung, die dafür sorgt, dass ein Kühlluftstrom 40 beim Gegenstand der Figur 2 besser Wärme aufnimmt als ein gleichgroßer Kühlluftstrom 40 beim Gegenstand der Figur 1. Dadurch kann die gleiche Wärmemenge beim Gegenstand der Figur 2 über eine kleinere Fläche abgeführt werden als beim Gegenstand der Figur 1.

[0045] Dies gilt insbesondere für die Flächen der Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 52, an denen innerhalb der Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 52 hohe Luftgeschwindigkeiten herrschen, was zum Beispiel an den zur Drehachse des Gebläserades 60 parallelen Wänden der Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 52, also an der Innenfläche 62 der Fall ist. Ein bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich daher dadurch aus, dass die Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 52 dazu eingerichtet ist, die Wärmequelle 20 auf einer zur Drehachse parallelen Außenwand der Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 52 aufzunehmen.

[0046] Eine Ausführung des Statorgehäuses als Spiralgehäuse ermöglicht eine Nutzung eines Radialgebläses oder eines Diagonalgebläses. Spiralgehäuse weisen in der Regel eine vergleichsweise große Fläche auf, was bei der ergänzenden Nutzung als Kühlkörper den Vorteil einer hohen Wärmekapazität und eines niedrigen thermischen Übergangswiderstands in Bezug auf die Wärmeübertragung auf den Kühlluftstrom hat.

[0047] Die aus Richtung der Impellerachse angesaugte Kühlluft wird in der dargestellten Ausgestaltung in Richtung zur Projektionslinse 58 aus der Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 52 ausgeblasen. Dies liefert den zusätzlichen Vorteil, dass die aufgeheizte Kühlluft Feuchtigkeit, die bei wechselnden Temperaturen und/oder Luftfeuchtigkeiten im Frontscheinwerfer kondensieren kann, aufnimmt und mit dem Luftstrom aus dem Frontscheinwerfer heraussträgt.

[0048] In einer Ausgestaltung weist die Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 52 wenigstens eine in einem Auslassluftstrom 64 der Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 52 angeordnete Oberflächen-vergrößernde

Struktur auf. Durch die vergrößerte Oberfläche wird die über die Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 52 erfolgende Entwärmung der Wärmequelle 20 verstärkt.

[0049] Beim Gegenstand der Fig. 2 stellen im Auslassluftstrom 40 angeordnete Kühlrippen 66, 68, 70 Ausgestaltungen einer solchen Oberflächen-vergrößernden Struktur dar, wobei an Stelle von drei Kühlrippen 66, 68, 70 auch mehr oder weniger Rippen vorgesehen werden können.

[0050] Die Kühlrippen 66, 68, 70 sind bevorzugt längs des Auslassstroms 64 angeordnet und verzüngen sich zu wenigstens einem ihrer beiden in Längsrichtung liegenden Enden hin. Beim abgebildeten Gegenstand verzüngen sie sich zu beiden Enden hin. Darüber hinaus sollen sie zumindest an ihrem angeströmten Ende eine abgerundete Rippenkante aufweisen.

[0051] Die Fig. 3 zeigt eine Ausgestaltung eines Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 52, für ein Radialgebläse, bei der das angeströmte Ende der Kühlrippe 66, 68, 70 jeweils quer zu einem Umfang des aus Gründen der Übersichtlichkeit dort nicht dargestellten Impellers 60 angeordnet ist.

[0052] Die Fig. 4 zeigt eine alternative Ausgestaltung, bei der das angeströmte Ende der Rippe 66, 68, 70 jeweils in einer Ebene mit einem Umfang des Impellers 60 angeordnet ist.

[0053] Die Figuren 3 und 4 verdeutlichen darüber hinaus die Integration von Befestigungselementen wie Anschraubdomen 72, Bohrungen 74 und Vorsprüngen 76 für Bohrungen sowie von Zentrierelementen wie Stegen 78, die zum Beispiel zur lagerichtigen Ausrichtung eines Reflektors dienen.

[0054] Die Gegenstände der Figuren 2 bis 4 zeigen jeweils Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheiten 52 mit einem einzelnen Druckstutzen als Auslassbereich und damit auch nur einem einzelnen, gegebenenfalls durch Kühlrippen 66, 68, 70 geteilten Auslassluftstrom 64.

[0055] Im Gegensatz dazu offenbart die Fig. 5 eine alternative Ausgestaltung, bei der eine Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 53 dazu eingerichtet ist, den Auslassluftstrom auf mehrere Auslassluftteilströme 80, 82 aufzuteilen.

[0056] Diese Möglichkeit der Aufteilung des Auslassluftstroms auf mehrere Auslassluftteilströme 80, 82 stellt einen weiteren Vorteil der Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 53 dar. Dadurch können mehrere Lichtmodule bzw. Wärmequellen weitgehend unabhängig voneinander gekühlt werden. Zur Realisierung besitzt die Kühlkörper-Gehäuse-Einheit 53 zwei oder mehr tangentielle Druckstutzen 84, 86, über die der Kühlluftstrom aufgeteilt und zu mehreren unterschiedlichen Wärmequellen geführt werden kann. Im Gegensatz zu einer Aufteilung des Volumenstroms hinter dem Druckstutzen/Auslassbereich (Y-Rohrverzweigungen) bietet diese Aufteilung die kompakteste Ausführungsmöglichkeit.

[0057] Darüber hinaus beeinflussen sich die zwei oder mehr Auslassluftteilströme 80, 82 weniger als dies bei einer Verwendung einer Rohrverzweigung hinter einen

einzigsten Gebläseauslass der Fall wäre. Durch die Aufteilung der Luftströme in der Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit 53 können minimale Baugrößen für das Kühlsystem erzielt werden.

[0058] Die Fig. 5 zeigt eine Aufteilung auf zwei Druckstutzen 84, 86 und damit auf zwei Auslassluftteilströme 80, 82. Diese Ausgestaltung erlaubt mit der durch den zweiten Druckstutzen 86 abgeführten Kühlluft 82 eine Kühlung eines weiteren Lichtmoduls oder eine Kühlung einer weiteren Wärmequelle im Frontscheinwerfer. Bei der weiteren Wärmequelle handelt es sich zum Beispiel um eine weitere Halbleiterlichtquelle und/oder um ein Lichtfunktionen steuerndes Steuergerät des Scheinwerfers und/oder um eine zugehörige Endstufenanordnung, wobei diese Aufzählung nicht abschließend sein soll.

[0059] Über die Dimensionierung der Auslassquerschnitte der Druckstutzen 84, 86 und der jedem Druckstutzen 84, 86 wirkungsmäßig zugeordneten Länge der Spiralabschnitte wird die Aufteilung der Luftmengen konstruktiv beeinflusst.

[0060] Eine Anordnung verstellbarer Blenden in Form einer Blendenwalze ist in der Fig. 5 mit der Ziffer 88 bezeichnet. Die Blendenwalze 88 ersetzt die feste Blende 54 aus der Fig. 2 und verdeutlicht, dass die Erfindung nicht auf eine Anwendung bei einem speziellen Frontscheinwerfer beschränkt ist sondern bei einer Vielzahl unterschiedlicher Frontscheinwerfer verwendbar ist, die eine oder mehrere zu kühlende Wärmequellen wie Halbleiterlichtquellen und/oder Steuergeräte und/oder Endstufenanordnungen aufweisen.

Patentansprüche

1. Frontscheinwerfer (10) für ein Kraftfahrzeug, mit wenigstens einer zu kühlenden Wärmequelle (20) und einer Kühleinrichtung (50), die einen thermisch mit der Wärmequelle (20) gekoppelten Kühlkörper sowie ein Gebläse mit einem Gebläsegehäuse aufweist, das einen den Kühlkörper kühlenden Luftstrom (40) erzeugt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kühlkörper mit dem Gebläsegehäuse eine einstückige bauliche Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit (52; 53) bildet.
2. Frontscheinwerfer (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gebläse ein Radialgebläse oder ein Diagonalgebläse mit einem in dem Gebläsegehäuse als Rotor drehbaren Gebläserad (60) ist.
3. Frontscheinwerfer (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit (52; 53) dazu eingerichtet ist, die Wärmequelle (20) auf einer zur Drehachse parallelen Wand der Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit (52; 53) aufzunehmen.

4. Frontscheinwerfer (10) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit (52; 53) als Stator ausgebildet ist.
5. Frontscheinwerfer (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es dazu eingerichtet ist, den Auslassluftstrom (40) auf mehrere Auslassluftteilströme (80, 82) aufzuteilen.
6. Frontscheinwerfer (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit (52) wenigstens eine in einem Auslassluftstrom (40) der Kühlkörper-Gebläsegehäuse-Einheit (52) angeordnete Oberflächen-vergrößernde Struktur aufweist.
7. Frontscheinwerfer (10) nach Anspruch 6, **gekennzeichnet durch** wenigstens eine im Auslassluftstrom (40) angeordnete Kühlrippe (66, 68, 70).
8. Frontscheinwerfer (10) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlrippe (66, 68, 70) längs des Auslassstroms (40) angeordnet ist, sich zu wenigstens einem ihrer beiden in Längsrichtung liegenden Enden hin verzüngt und zumindest an ihrem angeströmten Ende eine abgerundete Rippenkante aufweist.
9. Frontscheinwerfer (10) nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das angeströmte Ende der Rippe quer zu einem Umfang des Rotors angeordnet ist.
10. Frontscheinwerfer nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das angeströmte Ende der Rippe (66, 68, 70) in einer Ebene mit einem Umfang des Rotors (60) angeordnet ist.
11. Frontscheinwerfer (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmequelle (20) eine Halbleiterlichtquelle (48) ist.
12. Frontscheinwerfer (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmequelle (20) auf einer Außenwand der Kühlkörpergehäuse-Einheit (52; 53) angeordnet ist.

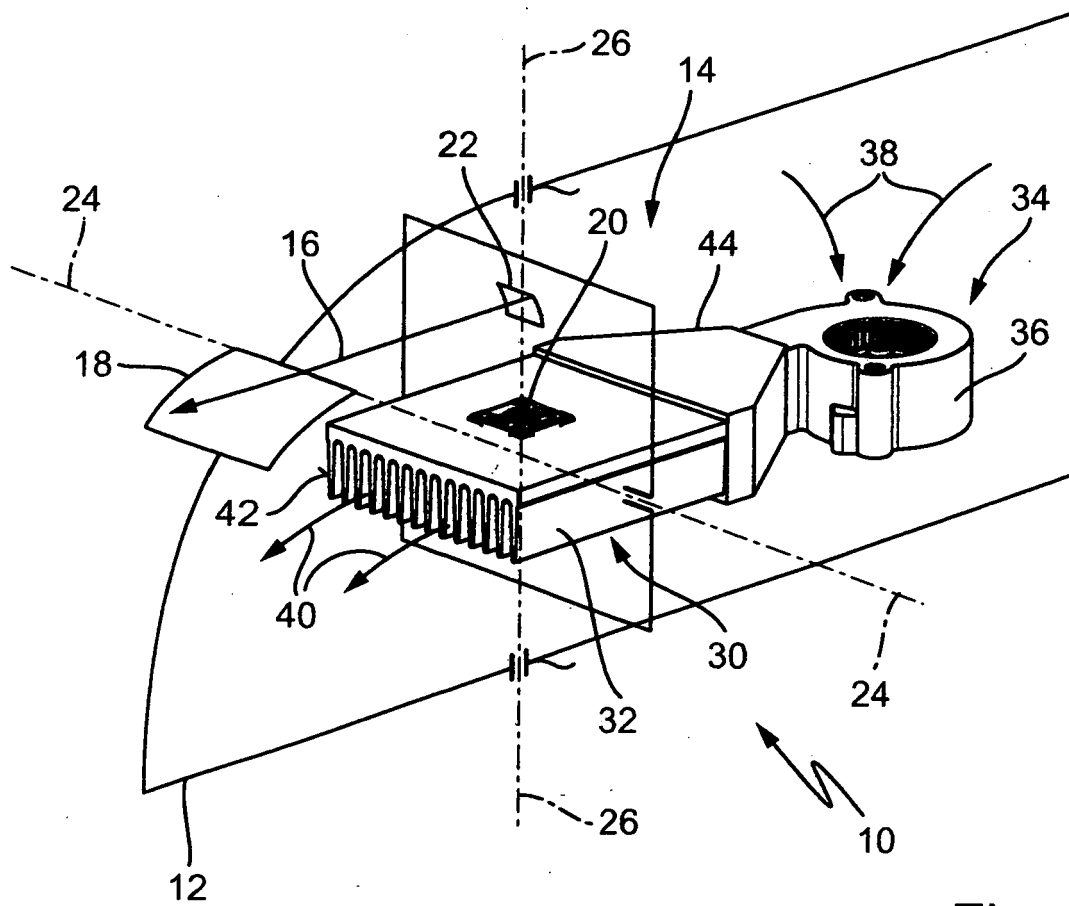


Fig. 1

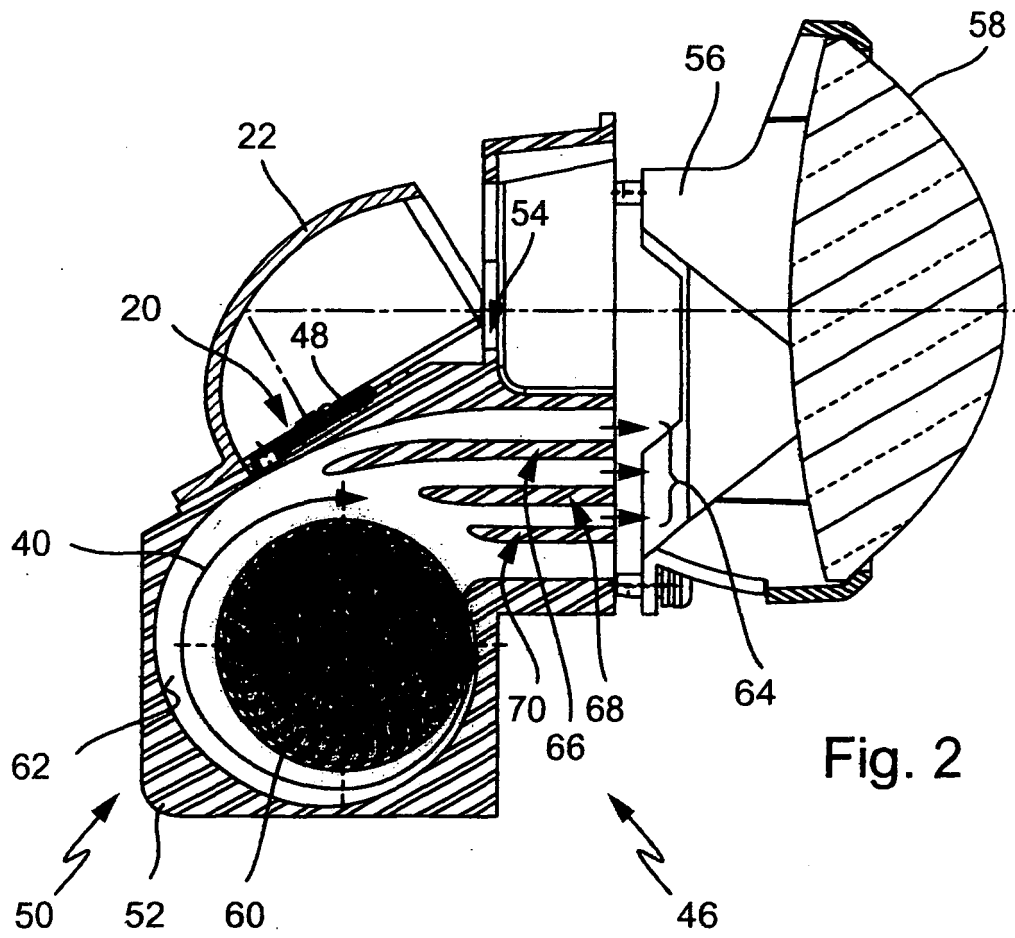


Fig. 2

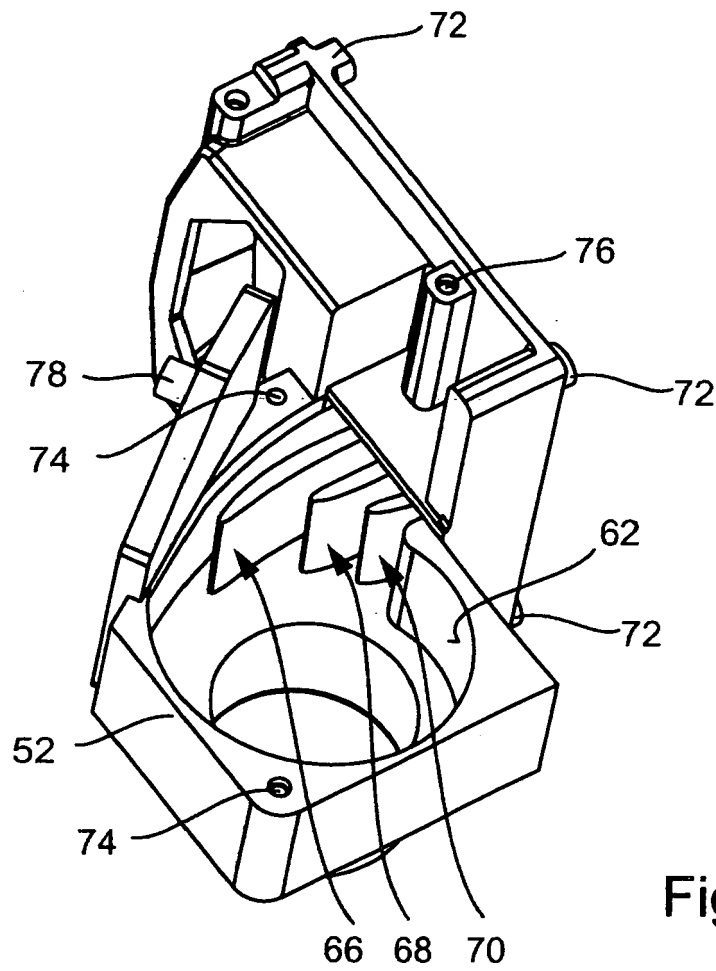


Fig. 3

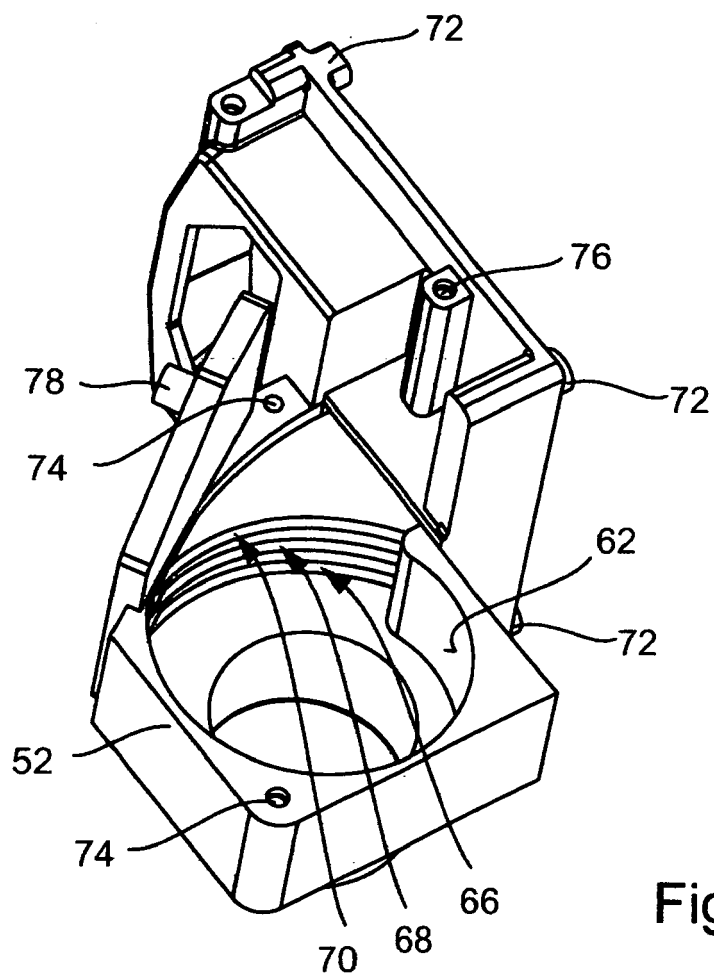


Fig. 4

