

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50129/2017
(22) Anmeldetag: 16.02.2017
(43) Veröffentlicht am: 15.08.2018

(51) Int. Cl.: **F21S 8/10** (2006.01)
B60Q 1/08 (2006.01)
B60Q 1/115 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 1433655 A2
US 2002196636 A1
EP 2965946 A2

(71) Patentanmelder:
ZKW Group GmbH
3250 Wieselburg (AT)

(72) Erfinder:
Jungwirth Thomas
3250 Wieselburg (AT)
Reinprecht Markus
3384 Pielachhäuser (AT)

(74) Vertreter:
Patentanwaltskanzlei Matschnig & Forsthuber
OG
1010 Wien (AT)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung einer Lichtverteilung vor einem Fahrzeug**

(57) Verfahren (1000) zur Erzeugung einer Lichtverteilung vor einem Fahrzeug, wobei folgende Verfahrensschritte ausgeführt werden:

- Erzeugen (1010) eines Lichtstrahlbündels durch zumindest eine Lichtquelle,
- Abstrahlen (1020) des Lichtstrahlbündels in Richtung eines optoelektronischen Bauteils,
- Auswählen (1030) einer in einem Datenspeicher gespeicherten Lichtverteilung,
- Erfassen (1040) einer Umgebungstemperatur zu einem Temperaturparameter, und/ oder eines Niederschlags zu einem Niederschlagsintensitätsparameter und/ oder einem Niederschlagsgrößenparameter,
- Bestimmen (1050) der Temperatur-, Niederschlagsintensitäts-, Niederschlagsgrößen-Parameter als zumindest ein Parameter,
- Definieren (1060) einer Überlagerungsfunktion aus dem zumindest einem Parameter,
- Überlagern (1070) der Lichtverteilung mit der Überlagerungsfunktion zu einer Lichtmatrix,

- Ansteuern (1080) des optoelektronischen Bauteils durch die Lichtmatrix mittels der Ausgabeeinheit,
- Modulieren (1090) des eingestrahnten Lichtstrahlbündels durch das optoelektronische Bauteil und zumindest teilweises Reflektieren des Lichtstrahlbündels in Richtung zumindest einer Projektionsoptik,
- Projizieren (1100) des modulierten Lichtstrahlbündels durch die zumindest eine Projektionsoptik und Ausbilden eines Lichtbilds vor dem Fahrzeug.

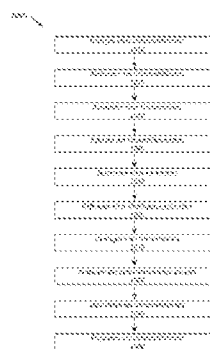


Fig. 1

ZUSAMMENFASSUNG

Verfahren (1000) zur Erzeugung einer Lichtverteilung vor einem Fahrzeug, wobei folgende Verfahrensschritte ausgeführt werden:

- Erzeugen (1010) eines Lichtstrahlbündels durch zumindest eine Lichtquelle,
- Abstrahlen (1020) des Lichtstrahlbündels in Richtung eines optoelektronischen Bauteils,
- Auswählen (1030) einer in einem Datenspeicher gespeicherten Lichtverteilung,
- Erfassen (1040) einer Umgebungstemperatur zu einem Temperaturparameter, und/
oder eines Niederschlags zu einem Niederschlagsintensitätsparameter und/ oder
einem Niederschlagsgrößenparameter, und/ oder einer Fahrzeuggeschwindigkeit zu
einem Geschwindigkeitsparameter,
- Bestimmen (1050) der Temperatur-, Niederschlagsintensitäts-, Niederschlagsgrößen-
und/ oder Geschwindigkeitsparameter als zumindest ein Parameter,
- Definieren (1060) einer Überlagerungsfunktion aus dem zumindest einem Parameter,
und einem Tastgrad bei der Ansteuerung und Modulation der Spiegel des
optoelektronischen Bauteils,
- Überlagern (1070) der Lichtverteilung mit der Überlagerungsfunktion zu einer
Lichtmatrix,
- Ansteuern (1080) des optoelektronischen Bauteils durch die Lichtmatrix mittels der
Ausgabeeinheit,
- Modulieren (1090) des eingestrahlten Lichtstrahlbündels durch das optoelektronische
Bauteil und zumindest teilweises Reflektieren des Lichtstrahlbündels in Richtung
zumindest einer Projektionsoptik,
- Projizieren (1100) des modulierten Lichtstrahlbündels durch die zumindest eine
Projektionsoptik und Ausbilden eines Lichtbilds vor dem Fahrzeug.

Fig. 1

VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG EINER LICHTVERTEILUNG VOR EINEM FAHRZEUG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung einer Lichtverteilung vor einem Fahrzeug.

Außerdem betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Erzeugung einer Lichtverteilung vor einem Fahrzeug, insbesondere einen Fahrzeugscheinwerfer, in der die erfindungsgemäßen Verfahrensschritte ausführbar sind.

Ferner betrifft die Erfindung eine Baugruppe zur Erzeugung einer Lichtverteilung vor einem Fahrzeug, insbesondere einen Fahrzeugscheinwerfer, in der die erfindungsgemäßen Verfahrensschritte ausführbar sind.

Bei der Entwicklung der gegenwärtigen Scheinwerfersysteme steht immer mehr der Wunsch im Vordergrund, ein möglichst hochaufgelöstes Lichtbild auf die Fahrbahn projizieren zu können, das rasch geändert und den jeweiligen Verkehrs-, Straßen- und Lichtbedingungen angepasst werden kann. Der Begriff „Fahrbahn“ wird hier zur vereinfachten Darstellung verwendet, denn selbstverständlich hängt es von den örtlichen Gegebenheiten ab, ob sich ein Lichtbild tatsächlich auf der Fahrbahn befindet oder auch darüber hinaus erstreckt. Prinzipiell wird das Lichtbild im hier verwendeten Sinn anhand einer Projektion auf eine vertikale Fläche entsprechend der einschlägigen Normen, die sich auf die KFZ-Beleuchtungstechnik beziehen, definiert. Ferner soll das erzeugte Lichtbild an unterschiedliche Verkehrssituationen anpassbar sein.

Es wurden unter anderem Scheinwerfer entwickelt, in denen eine variabel ansteuerbare Reflektorfläche aus einer Mehrzahl von Mikrospiegeln gebildet ist und auf gewählte Bereiche eine Lichtemission, die von einer Lichtquelleneinheit erzeugt wird, in Abstrahlrichtung des Scheinwerfers reflektiert. Derartige Leuchteinrichtungen sind im Fahrzeugbau wegen ihrer sehr flexiblen Lichtfunktionen vorteilhaft, da für unterschiedliche Leuchtbereiche die Beleuchtungsstärke individuell geregelt werden kann und beliebige Lichtfunktionen mit unterschiedlichen Lichtverteilungen realisiert werden können, wie beispielsweise eine Abblendlicht-Lichtverteilung, eine Abbiegelicht-Lichtverteilung, eine Stadtlicht-Lichtverteilung, eine Autobahnlicht-Lichtverteilung, eine Kurvenlicht-

Lichtverteilung, eine Fernlicht-Lichtverteilung, eine Zusatzfernlicht-Lichtverteilung oder zur Ausbildung von blendfreiem Fernlicht (auch bekannt als Adaptive Driving Beam Headlighting System, ADB).

Für die Mikrospiegelanordnung kommt die sogenannte Digital Light Processing (DLP®) Projektionstechnik zur Anwendung, bei der Bilder dadurch erzeugt werden, dass ein digitales Bild auf einen Lichtstrahl aufmoduliert wird. Dabei wird durch eine rechteckige Anordnung von beweglichen Mikrospiegeln, auch als Pixel bezeichnet, der Lichtstrahl in Teilbereiche zerlegt und anschließend pixelweise entweder in den Projektionsweg hinein oder aus dem Projektionsweg hinaus reflektiert. Basis für diese Technik bildet ein elektronisches Bauteil, das eine Anordnung von Mikrospiegeln in Form einer Matrix von Spiegeln und deren Ansteuerungstechnik enthält und als „Digital Micromirror Device“ (DMD) bezeichnet wird. Bei einem DMD-Mikrosystem handelt es sich um einen Flächenlichtmodulator (Spatial Light Modulator, SLM), der aus matrixförmig angeordneten Mikrospiegelaktoren, das heißt verkippbaren spiegelnden Flächen besteht, beispielsweise mit einer Kantenlänge von etwa 16 µm oder auch darunter. Die Spiegelflächen sind derart konstruiert, dass sie durch die Einwirkung elektrostatischer Felder beweglich sind. Jeder Mikrospiegel ist in seinem Kippwinkel einzeln verstellbar und weist in der Regel zwei stabile Endzustände auf, zwischen denen innerhalb einer Sekunde bis zu 5000 mal gewechselt werden kann. Die einzelnen Mikrospiegel können jeweils beispielsweise durch eine Pulsweiten-Modulation (PWM) angesteuert werden, um in der Hauptstrahlrichtung der DMD-Anordnung weitere Zustände der Mikrospiegel abzubilden, deren zeitlich gemittelte Reflektivität zwischen den beiden stabilen Zuständen des DMD liegt. Die Anzahl der Spiegel entspricht der Auflösung des projizierten Bilds, wobei ein Spiegel ein oder mehrere Pixel darstellen kann. Mittlerweile sind DMD-Chips mit hohen Auflösungen im Megapixel-Bereich erhältlich. Den verstellbaren Einzelspiegeln zugrunde liegende Technologie ist die Micro-Electro-Mechanical-Systems-(MEMS) Technologie.

Während die DMD-Technologie zwei stabile Spiegel-Zustände aufweist, und durch Modulation zwischen beiden stabilen Zuständen der Reflexionsfaktor eingestellt werden kann, weist die „Analog Micromirror Device“ (AMD) Technologie die Eigenschaft auf, dass die Einzelspiegel in variablen Spiegelpositionen eingestellt werden können, die dort jeweils in einem stabilen Zustand sind.

In einem ersten Aspekt kann es bei der Fahrt mit einem Fahrzeug durch Einfluss der Witterung zu unerwünschten Effekten kommen, indem emittiertes Scheinwerferlicht im Bereich unmittelbar vor dem Fahrzeug an Niederschlag, wie beispielsweise Regentropfen oder Schneeflocken, in Richtung der Fahrerin des Fahrzeugs zurück reflektiert wird und es zu einer optischen Reizung des Auges kommen kann, die zur Ermüdung und sogar zu einer Blendung der Fahrerin führen kann.

Eine Lösung zur Reduktion dieses störenden Effekts wird in „Programmable Automotive Headlights“, R. Tamburo, E. Nurvitadhi, A. Chugh, M. Chen, A. Rowe, T. Kanade and S. G. Narasimhan, European Conference of Computer Vision (ECCV), 2014, oder in „Fast Reactive Illumination through Rain and Snow“, R. de Charette, R. Tamburo, P. Barnum, A. Rowe, T. Kanade and S. G. Narasimhan, IEEE International Conference on Computational Photography (ICCP), April 2012, vorgeschlagen. Den technisch aufwendigen und raffinierten Lösungen steht jeweils ein beträchtlicher Aufwand in der Realisierung komplexer Berechnungsverfahren und die hierfür benötigte, leistungsfähige Computer-Hardware entgegen, was zu sehr hohen Kosten für Entwicklung, Produktion, Montage und Wartung führen kann, zusätzlichen einen hohen Platzbedarf innerhalb des Fahrzeugs erfordern kann, sowie zu einem höheren Fahrzeuggewicht führen kann, und darüber hinaus negative Auswirkungen auf den Treibstoff- oder Energieverbrauch haben kann.

In einem zweiten Aspekt können Scheinwerfer, die auf der DMD-Technologie basieren, eine beschränkte Lebensdauer aufweisen, was häufig in Zusammenhang mit einer hohen Temperaturempfindlichkeit der DMD-Technologie steht.

Es ist Aufgabe der Erfindung die genannten Nachteile zu überwinden.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, indem folgende Verfahrensschritte ausgeführt werden:

- Erzeugen eines Lichtstrahlbündels durch zumindest eine Lichtquelle,
- Abstrahlen des Lichtstrahlbündels in Richtung eines optoelektronischen Bauteils, das eine steuerbare Anordnung von mehreren, individuell verstellbaren optoelektronischen Elementen in Form einer zweidimensionalen Matrix umfasst,
- Auswählen einer in einem Datenspeicher gespeicherten Lichtverteilung, mittels einer Auswahleinheit und Abrufen der Lichtverteilung aus dem Datenspeicher ,

- Erfassen
 - einer Umgebungstemperatur zu einem Temperaturparameter, und/ oder
 - eines Niederschlags zu einem Niederschlagsintensitätsparameter und/ oder einem Niederschlagsgrößenparameter, und/ oder
 - einer Fahrzeuggeschwindigkeit zu einem Geschwindigkeitsparameter,
- Bestimmen der Temperatur-, Niederschlagsintensitäts-, Niederschlagsgrößen- und/ oder Geschwindigkeitsparameter als zumindest ein Parameter,
- Definieren einer Überlagerungsfunktion aus
 - dem zumindest einem Parameter, und
 - einem Tastgrad bei der Ansteuerung und Modulation der Spiegel des optoelektronischen Bauteils, und
- Überlagern der Lichtverteilung mit der Überlagerungsfunktion zu einer Lichtmatrix ,
- Ansteuern des optoelektronischen Bauteils, durch die Lichtmatrix mittels der Ausgabeeinheit, vorzugsweise nach einer Konvertierung der Lichtmatrix in ein entsprechendes Videosignal,
- Modulieren des eingestrahlten Lichtstrahlbündels durch das optoelektronische Bauteil, und zumindest teilweises Reflektieren des Lichtstrahlbündels in Richtung zumindest einer Projektionsoptik,
- Projizieren des modulierten Lichtstrahlbündels durch die zumindest eine Projektionsoptik, und Ausbilden eines Lichtbilds vor dem Fahrzeug.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird erreicht, dass bei der Fahrt mit einem Fahrzeug bei Nutzung von Fahrzeugscheinwerfern unter Einfluss der Witterung ein besserer optischer Eindruck für den Fahrer des Fahrzeugs auftritt. Mit anderen Worten kann eine Ermüdung der Augen oder eine Blendung des Fahrers deutlich reduziert werden, indem deutlich weniger emittiertes Scheinwerferlicht im Bereich unmittelbar vor dem Fahrzeug an Niederschlag, wie beispielsweise Regentropfen oder Schneeflocken, in Richtung der Fahrerinnen des Fahrzeugs zurück reflektiert wird. Gegenüber dem Stand der Technik wird dies unter erheblich geringerem Aufwand, als bisher bekannt, erreicht. Folglich ergeben sich große Vorteile hinsichtlich Kosten für Entwicklung, Produktion, Montage und Wartung. Außerdem kann der Platzbedarf innerhalb des Fahrzeugs und das Fahrzeuggewicht reduziert werden, was günstige Auswirkungen auf den Treibstoff- oder Energieverbrauch des Kraftfahrzeugs haben kann.

In einem weiteren Aspekt kann es bei einer zu hohen durchschnittlichen Betriebstemperatur zu Ausfällen einzelner oder mehrerer Mikrospiegel kommen. Ein in diesem Zusammenhang auftretender Effekt ist der sogenannte „Hinge-Memory-Effect“ (HME), der die Lebensdauer eines DMD-Bauteils ungünstig beeinflusst¹²³⁴. Tabelle 1 zeigt den Einfluss von Tastgrad und Betriebstemperatur auf die Lebensdauer, die durch den HME beeinträchtigt wird. Es ist erkennbar, dass Temperaturen über etwa 70°C vermieden werden sollten und der Tastgrad dementsprechend gewählt werden sollte.

In der Tabelle 1 werden folgende Bezeichnungen für bestimmte Bereiche der mittleren Lebensdauer eines DMD-Bauteils, die durch dem HME mit bestimmt wird, verwendet:

Sehr lang:	> 4,000 Stunden
Lang:	2,001 – 4,000 Stunden
Mittel:	1,000 – 2,000 Stunden
Kurz:	< 1,000 Stunden

Für Temperaturen T1 – T9 besteht folgender Zusammenhang:

$$T1 - T9 [^{\circ}\text{C}]: \quad T1 < T2 < T3 < T4 < T5 < 70^{\circ}\text{C} < T6 < T7 < T8 < T9$$

¹ M.R. Douglass, “Lifetime Estimates and Unique Failure Mechanisms of the Digital Micromirror Device (DMD)”, 36th Annual International Reliability Physics Symposium, Reno, Nevada (1998)

² A.B. Sontheimer, “Digital Micromirror Device (DMD) Hinge Memory Lifetime Reliability Modeling”, 40th Annual International Reliability Physics Symposium, Dallas, Texas (2002)

³ A.B. Sontheimer, “Effects of Operating Conditions on DMD Hinge Memory Lifetime”, 41st Annual International Reliability Physics Symposium, Dallas, Texas (2003)

⁴ S.J. Jacobs et al., “Hermeticity and Stiction in MEMS Packaging”, 40th Annual International Reliability Physics Symposium, Dallas, Texas (2002)

Lebensdauer durch HME		Ungefähre Betriebstemperatur eines DMD-Bauteils								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Tastgrad	100/0	Sehr Lang	Sehr Lang	Lang	Lang	Mittel	Kurz	Kurz	Kurz	Kurz
	90/10	Sehr Lang	Sehr Lang	Sehr Lang	Lang	Mittel	Mittel	Kurz	Kurz	Kurz
	80/20		Sehr Lang	Sehr Lang	Sehr Lang	Lang	Mittel	Mittel	Kurz	Kurz
	70/30			Sehr Lang	Sehr Lang	Lang	Lang	Mittel	Mittel	Kurz
	60/40				Sehr Lang	Sehr Lang	Sehr Lang	Lang	Lang	Mittel
	50/50						Sehr Lang	Sehr Lang	Sehr Lang	Sehr Lang

Tabelle 1: Lebensdauer durch Hinge Memory Effect (HME)

Der HME ist vom Tastgrad der Mikrospiegel abhängig, wobei der Tastgrad durch Gleichung 1 und 2 definiert ist. Der Tastgrad ist das Verhältnis von eingeschaltetem zu ausgeschaltetem Zustand, das heißt zwischen einer ersten Mikrospiegelstellung und einer zweiten Mikrospiegelstellung.

$$Tastgrad = \frac{\frac{1}{f} \cdot \frac{h_p}{v_s}}{\frac{1}{f}} \quad (\text{Gleichung 1})$$

$$h_p = \frac{h}{p_v} \quad (\text{Gleichung 2})$$

wobei

f ... Schaltfrequenz der Mikrospiegel,

h ... Bildhöhe,

h_p ... Pixelhöhe,

p_v	...	Anzahl der Pixel in vertikaler Richtung,
v_s	...	Geschwindigkeit des Störobjekts (Niederschlagselement).

Speziell beim Einsatz von DMD-Bauteilen im automobilen Umfeld kann ein DMD-Bauteil durch sehr starke und helle Lichtquellen und/ oder durch hohe Umgebungstemperaturen stark erwärmt werden. Es ist vorteilhaft bei der Auslegung eines Kühlkonzepts den Tastgrad des DMD-Bauteils zu berücksichtigen. Dadurch können Scheinwerfer, die das erfindungsgemäße Verfahren einsetzen, eine deutlich höhere Lebensdauer aufweisen.

Es ist besonders vorteilhaft, wenn das Verfahren weiter entwickelt wird, indem das Überlagern der Lichtverteilung mit der Überlagerungsfunktion zur Lichtmatrix erfolgt, indem jedes Element der Überlagerungsfunktion jeweils mit einem Element der Lichtverteilung assoziiert wird und durch eine Transferfunktion transformiert wird, wobei die Transferfunktion vorzugsweise eine Operation einer Multiplikation oder Addition entspricht. Dadurch kann die Überlagerungsfunktion besonders einfach und kostengünstig realisiert werden. Es sind keine komplexen Berechnungen nötig, die beispielsweise eine Fließkomma-Recheneinheit erfordern, die die Systemkomplexität und die Kosten unnötig erhöhen würde. Grundsätzlich ist als Transferfunktion auch eine komplexere Operation oder Funktion möglich, wobei die Überlagerungsfunktion eine zur Transferfunktion inverse oder komplementäre Funktion umfasst, um bei der Ausführung der Operation in der Lichtmatrix bestimmte Bereiche in deren jeweiligen Betrag zu modifizieren, das heißt zu reduzieren, zu eliminieren oder zu erhöhen. Zusätzlich sind auch aus der Bildbearbeitung bekannte Matrizen-Filter einsetzbar, um beispielsweise bestimmte Details in der Lichtmatrix kontrastreicher oder schärfer auszuprägen. Unter zwei zueinander assoziierten Elementen versteht man in diesem Zusammenhang jeweils ein Element einer Überlagerungsfunktion, sowie jeweils ein Element einer Lichtverteilung, die beide an demselben Ort, beispielsweise demselben Pixel in einer Lichtmatrix, gelegen sind.

Die Anzahl jener Elemente der Lichtmatrix, deren Werte nach der Transformation im Wesentlichen Null sind, liegt erfindungsgemäß zwischen 30% und 70%, bevorzugt zwischen 40% und 60%, besonders bevorzugt zwischen 45% und 55% der Gesamtanzahl der Elemente der Lichtmatrix. Durch diese Wahl wird erreicht, dass die gewünschte Beleuchtung durch einen entsprechenden Scheinwerfer den Beleuchtungsanforderungen für die Fahrt genügt,

und außerdem ein erheblicher Teil an Niederschlagselementen nicht beleuchtet wird, wodurch unerwünschte Reflexionen reduziert werden können.

Die Werte der Elemente der Lichtmatrix, die nach der Transformation im Wesentlichen nicht Null sind, sind erfindungsgemäß in deren Betrag jeweils größer, als die Beträge der assoziierten Werte in der Lichtverteilung. Dadurch wird erreicht, dass die Gesamtbeleuchtung, also der Durchschnittswert der leuchtenden Pixel und der nichtleuchtenden Pixel, durch einen erfindungsgemäßen Scheinwerfer in einem definierten Referenzabstand dieselbe durchschnittliche Helligkeit abgibt, wie ein konventioneller Scheinwerfer. Der Wert des jeweiligen Elements beträgt im Wesentlichen Null, wenn dieser deutlich unter dem ursprünglichen Helligkeits-Referenzwert desselben Elements, nämlich jenem bei vollflächiger Beleuchtung, liegt. Mit anderen Worten beträgt der Wert sinngemäß auch dann Null, wenn er beispielsweise 50% oder auch 10% unter dem Helligkeits-Referenzwert liegt.

Zwischen der Anzahl jener Elemente der Lichtmatrix, deren Werte nach der Transformation im Wesentlichen Null sind und dem Tastgrad besteht insofern ein Zusammenhang, als dass alle Elemente über die Zeit und Abstrahlfläche im Mittelwert (gemessen in einer Ebene quer zur Leuchtrichtung des Fahrzeugscheinwerfers in einem Abstand innerhalb des Sichtbereichs vor dem Fahrzeug, bevorzugt in einem Bereich zwischen 1 m und 5 m vor dem Fahrzeug, besonders bevorzugt in einem Bereich zwischen 1 m und 50 m vor dem Fahrzeug) dieselbe Helligkeit erzeugen sollen, wie ein konventioneller Scheinwerfer.

Es ist besonders vorteilhaft, wenn die Überlagerungsfunktion ein statisches Projektionsmuster umfasst. Daraus ergibt sich eine besonders einfache und besonders kostengünstige Realisierungsmöglichkeit. Das statische Projektionsmuster kann dabei vorzugsweise ein streifenförmiges Muster, das als projiziertes Lichtbild einer Lichtverteilung vor dem Fahrzeug zeilenweise vertikal, spaltenweise horizontal oder schräg orientiert ist, oder ein schachbrettartiges Muster oder ein gleichmäßig verteiltes Zufallsmuster aufweisen.

Die Mustergröße des Projektionsmusters ist so bemessen, dass sie beispielsweise der durchschnittlichen Größe der Niederschlagselemente in einem Sichtabstand vor dem Fahrzeug entspricht. Üblicherweise beträgt der Sichtabstand der Niederschlagselemente, bei denen störende optische Reflexionen auftreten, in etwa 1 m bis 10 m.

Da Niederschlagselemente statistisch gesehen in etwa gleichverteilt in Erscheinung treten, ist es günstig, wenn das Projektionsmuster ebenfalls gleichmäßig verteilt ist. Ein gleichmäßiges Projektionsmuster ist beispielsweise ein Schachbrettmuster, in dem sich die horizontalen und vertikalen Abschnitte beziehungsweise Muster in etwa in gleichen Abständen wiederholen.

Es ist günstig, wenn die Bestimmung der Überlagerungsfunktion zumindest eine Prädiktionsfunktion umfasst, die eine Trajektorie einer prädizierten Flugbahn jeweils eines hypothetischen, fallenden Niederschlagselements im Sichtbereich vor dem Fahrzeug umfasst. Dabei wird die Trajektorie aus dem Parameter berechnet und die Trajektorie ist in jedem ihrer Funktionswerte entlang deren Verlauf jeweils durch einen Verlaufsvektor definiert. Beruht die Bestimmung des Projektionsmusters, das heißt der Überlagerungsfunktion, auf den Flugbahnen beziehungsweise Trajektorien einzelner oder mehrerer Niederschlagselemente, so wird eine besonders günstige optische Wirkung auf das menschliche Auge des Fahrers erzielt.

In einer Weiterbildung der Erfindung erweist es sich als besonders günstig, wenn entlang der Trajektorie eine zeitabhängige Modulationsfunktion, die durch eine Modulationsquelle definiert ist, bestimmt ist. Dabei bestimmen Zeitintervalle die Wiederholrate der Modulationsfunktion und die Abszisse der Modulationsfunktion erstreckt sich örtlich längs der Trajektorie. Vorzugsweise wird diese durch punktweise Multiplikation überlagert und eine dadurch die Überlagerungsfunktion in Form einer Lichtmodulationsfunktion gebildet ist. Als erfindungsgemäßes Ergebnis wird ein sehr angenehmer optischer Eindruck des Verfahrens auf den Betrachter erzielt, indem ein möglicher stroboskopartiger Effekt reduziert werden kann. Dieser Effekt kann auftreten, wenn bewegte Objekte zeitlich impulsartig beleuchtet werden und wenn die Impulsfolge eine so lange Periodendauer aufweist, dass dies das menschliche Auge wahrnehmen kann. Zusätzlich kann der stroboskopartige Effekt weiter reduziert werden, indem die Übergänge zwischen den Extremwerten der Modulationsfunktion nicht diskret, sondern mehr oder weniger sanft verlaufen. In jedem Fall sollte darauf geachtet werden, dass die Schaltfrequenz der Mikrospiegel hinreichend groß gewählt ist, um das menschliche Auge durch eine eventuell auftretende Flimmerwirkung des projizierten Lichtbilds möglichst wenig ermüden zu lassen.

Zur weiteren Verbesserung des optischen Eindrucks auf den Betrachter ist es vorteilhaft, wenn bei der Überlagerung der Überlagerungsfunktion mit der Lichtverteilung der Betrag

eines Funktionswerts der Lichtmodulationsfunktion an einem ersten Ort der Trajektorie zu einem ersten Zeitpunkt, dem Betrag eines Funktionswerts der Lichtmodulationsfunktion an einem zweiten Ort der Trajektorie zu einem vorhergehenden, zweiten Zeitpunkt entspricht. Der zweite Ort ist an jenem Ort gelegen, zu dem der am ersten Ort beginnende Verlaufsvektor im ersten Zeitpunkt zeigt. Dadurch wird ein Eindruck einer fließenden Bewegung der Lichtmodulationsfunktion entlang der Trajektorie erweckt, die als angenehm empfunden werden kann.

Um den Berechnungsaufwand für die Trajektorie besonders gering zu halten, ist es vorteilhaft für geringe Kosten in der Realisierung, wenn die Trajektorie durch eine lineare Prädiktion prädiziert ist.

Ein optisch ansprechender Effekt durch ein besonders natürlich wirkendes Erscheinungsbild für den Betrachter wird erzielt, wenn die Trajektorie jeweils einen Anfang und jeweils ein Ende aufweist, wobei der Anfang an einer gedachten horizontalen Linie gelegen ist. Die Linie ist in einem Bereich gelegen, der einem oberen Bereich eines vor dem Fahrzeug ausgebildeten Lichtbilds, vorzugsweise der oberen Begrenzung des ausgebildeten Lichtbilds entspricht und dort den ersten Verlaufsvektor der Trajektorie aufweist und die Trajektorie weiter horizontal seitlich und/ oder vertikal nach unten zu deren Ende verläuft.

Eine kostengünstige Realisierung ist möglich, wenn die zumindest eine Lichtmodulationsfunktion eine Ein-/ Austastmodulation ist, die vorzugsweise in gleich lange Zeitintervalle unterteilt ist.

Um den optischen Effekt für den Betrachter besonders ansprechend zu gestalten, ist es günstig, wenn die zumindest eine Lichtmodulationsfunktion eine im Wesentlichen sinusförmige Modulation ist, die vorzugsweise in gleich lange Zeitintervalle unterteilt ist. In diesem Zusammenhang bedeutet eine im Wesentlichen sinusförmige Modulation, dass der Verlauf der Modulation nicht exakt einer Sinus-Funktion entsprechen muss, sondern auch einen sinus-ähnlichen Verlauf aufweisen kann, wie beispielsweise zusammengesetzte Halbbögen. Der vorteilhafte Effekt liegt in einem sanften Übergang zwischen einem leuchtenden und einem nichtleuchtenden Bildbereich.

Außerdem ist es vorteilhaft, um einen günstigen optischen Effekt für den Betrachter zu erzeugen, wenn die Lichtmodulationsfunktion aus einer zeitabhängige zweidimensionale Funktion, insbesondere aus einem Polynom gebildet werden kann, wobei der Funktionswert des Polynoms in Betrag und Steigung in den Schnittpunkten von zumindest einer geschnittenen Trajektorie im Wesentlichen dem Funktionswert der Normalen der Trajektorien zum selben Zeitpunkt in Betrag und Steigung entspricht. Dadurch kann ein optisch angenehmer Eindruck für den Betrachter entstehen. In diesem Zusammenhang bedeutet eine im Wesentliche Übereinstimmung beider Funktionswerte in Betrag und Steigung, dass beispielsweise durch Verwendung einer Interpolationsfunktion der Betrag und die Steigung angeglichen werden können, um einen verbesserten Kurvenverlauf eines Polynoms zu erreichen, beispielsweise hinsichtlich einer niedrigeren Ordnung des Polynoms, was zu einem reduzierten Berechnungsaufwand bei der Berechnung des Polynoms führen kann.

Der optische Effekt für den Betrachter kann weiter verbessert werden, indem zur Bestimmung der Polynome Annäherungsfunktionen, vorzugsweise Spline- oder Bezier-Interpolationen, herangezogen werden.

Dabei ist es günstig, wenn die Polynome höchstens einen Grad von Zwei aufweisen, um den Aufwand zu deren Berechnung gering zu halten.

Ein besonders homogener Eindruck des optischen Effekts für den Betrachter wird erreicht, wenn die Größe von Musterdetails, die beispielsweise Schneeflocken oder Regentropfen beleuchten oder nicht eben beleuchten sollen, im Projektionsmuster von dem Parameter abhängt, gemessen in einer Ebene quer zur Leuchtrichtung des Fahrzeugscheinwerfers in einem Abstand innerhalb des Sichtbereichs vor dem Fahrzeug.

Der Abstand liegt bevorzugt in einem Bereich zwischen 1 m und 5 m vor dem Fahrzeug, besonders bevorzugt in einem Bereich zwischen 1 m und 50 m vor dem Fahrzeug.

Der Parameter entspricht bevorzugt dem Niederschlagsgrößenparameter und ist besonders bevorzugt um zumindest den Faktor drei größer als der Niederschlagsgrößenparameter.

Die Aufgabe wird außerdem durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erzeugung einer Lichtverteilung vor einem Fahrzeug, insbesondere ein Scheinwerfer, gelöst, in der die genannten Verfahrensschritte ausführbar sind.

Bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es günstig, wenn die steuerbare Anordnung von mehreren, individuell verstellbaren optoelektronischen Elementen des optoelektronischen Bauteils eingerichtet ist, mit einer Schaltfrequenz angesteuert zu werden, die von dem Parameter abhängt, wobei die Schaltfrequenz bevorzugt zwischen 100 Hz und 1500 Hz liegt. Innerhalb der genannten Grenzen sind Bauteile kommerziell verfügbar, sodass eine kostengünstige Realisierung erreicht werden kann. Die untere Grenze sorgt für ein für den Betrachter flimmerfrei wirkendes Bild.

Außerdem ist es günstig, wenn der Tastgrad in Abhängigkeit einer Soll-Betriebstemperatur des optoelektronischen Bauteils so eingestellt ist, dass er größer oder gleich dem Wert 0,5 ist. Dies kann dazu führen, dass eine besonders hohe Lebensdauer des optoelektronischen Bauteils erreicht werden kann, was insbesondere für Anwendungen im Automobilbereich wichtig ist.

Zudem ist es vorteilhaft, wenn ein Mittel zur Erfassung der Umgebungstemperatur ein Temperatursensor des Fahrzeugs oder ein Telekommunikationsmittel zum Empfangen eines Temperaturwertes, der für den geographischen Ort des Fahrzeugs vorzugsweise von einem elektronischen Dienst bestimmt ist, und durch den elektronischen Dienst bereitgestellt ist, umfasst ist.

Ferner ist es günstig, wenn ein Mittel zur Erfassung des Niederschlags ein Regensensor beispielsweise eines Fahrzeugscheibenwischer-Systems oder ein videobasiertes Kamerasystem eines Fahrzeugs, vorzugsweise ein Fahrerassistenzsystem ist, umfasst ist.

Außerdem ist es günstig, wenn ein Mittel zur Erfassung der Fahrzeuggeschwindigkeit ein Tachometer eines Fahrzeuges oder ein videobasiertes Kamerasystem eines Fahrzeugs, vorzugsweise ein Fahrerassistenzsystem ist, umfasst ist.

Es ist besonders vorteilhaft, wenn das optoelektronische Bauteil ein DMD Digital Micromirror Device ist, da kommerzielle Bauteile verfügbar sind, sodass eine kostengünstige Realisierung erreicht werden kann.

Es ist besonders vorteilhaft, wenn die Lichtquelle zumindest eine Leuchtdiode, vorzugsweise eine Hochstrom- oder Power-LED, oder zumindest eine Laserdiode umfasst. Dadurch kann eine effiziente Ausführung und kleine Bauform der Vorrichtung erreicht werden.

Eine Weiterbildung der Erfindung bildet eine Baugruppe, umfassend zumindest eine vorgenannte Vorrichtung, wobei die Baugruppe ein in einem Fahrzeug montierbares Scheinwerferbauteil bildet. Die Baugruppe kann ferner beispielsweise ein Scheinwerfergehäuse umfassen und ist in einem Fahrzeug montierbar. Somit ist eine einfache Montage und Wartung für die Vorrichtung in einem Fahrzeug gewährleistet.

Die Erfindung und deren Vorteile werden im Folgenden anhand von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen näher beschrieben, die in den beiliegenden Zeichnungen veranschaulicht sind. Die Zeichnungen zeigen in

- Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Verfahren,
- Fig. 2 eine Seitenansicht eines Fahrzeugs mit Niederschlag und konventionellem Scheinwerfer,
- Fig. 3 eine Seitenansicht des Fahrzeugs mit Niederschlag und einem erfindungsgemäßen Scheinwerfer,
- Fig. 4 eine Detailansicht des Sichtbereichs mit eingezeichneten Segmenten in der Beleuchtung nach der Erfindung,
- Fig. 5 die Detailansicht des Sichtbereichs mit erfindungsgemäß segmentierter Beleuchtung,
- Fig. 6 eine perspektivische Darstellung einer ersten Ausführungsform einer Vorrichtung eines Fahrzeugscheinwerfers nach der Erfindung,
- Fig. 7 eine perspektivische Darstellung einer zweiten Ausführungsform einer Vorrichtung eines Fahrzeugscheinwerfers nach der Erfindung,
- Fig. 8 eine Ansicht von vorne auf ein optoelektronisches Bauteil mit einer vergrößerten Detaildarstellung enthaltener optoelektronischer Elemente,
- Fig. 9 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Fahrzeugscheinwerfers,

- Fig. 10 eine Momentaufnahme von Niederschlag vor einem stehenden Fahrzeug aus Sicht des Fahrers,
- Fig. 11 eine Momentaufnahme von Niederschlag vor einem sich bewegenden Fahrzeug aus Sicht des Fahrers,
- Fig. 12 ein Funktionsschaltbild eines erfindungsgemäßen Fahrzeugscheinwerfers,
- Fig. 13 ein Zeitdiagramm zur Ansteuerung von Mikrospiegeln,
- Fig. 14 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Überlagerungsfunktion,
- Fig. 15 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Überlagerungsfunktion,
- Fig. 16 ein optoelektronischen Bauteil mit einem dritten Ausführungsbeispiel einer Überlagerungsfunktion in einem ersten Zeitpunkt,
- Fig. 17 das optoelektronische Bauteil nach Fig. 16 in einem zweiten Zeitpunkt,
- Fig. 18 das optoelektronische Bauteil nach Fig. 16 in einem vergrößerten Bildausschnitt,
- Fig. 19 ein optoelektronischen Bauteil mit einer zeilenförmige Überlagerungsfunktion in einem ersten Zeitpunkt als viertes Ausführungsbeispiel,
- Fig. 20 das optoelektronischen Bauteil mit der zeilenförmigen Überlagerungsfunktion nach Fig. 19 in einem zweiten Zeitpunkt.

Unter Bezugnahme auf **Fig. 1** bis **Fig. 20** werden nun Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Insbesondere sind für die Erfindung bei einem Fahrzeugscheinwerfer wichtige Teile dargestellt, wobei klar ist, dass ein Fahrzeugscheinwerfer noch viele andere, nicht gezeigte Teile enthält, die einen sinnvollen Einsatz in einem Fahrzeug selbst ermöglichen. Der Übersichtlichkeit halber sind daher beispielsweise die Ansteuerungselektronik, weitere mechanische Elemente beziehungsweise Halterungen der des Fahrzeugscheinwerfers nicht gezeigt.

Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Verfahren 1000 zur Erzeugung einer Lichtverteilung vor einem Fahrzeug. Folgende Verfahrensschritte werden dabei ausgeführt:

- Erzeugen 1010 eines Lichtstrahlbündels durch zumindest eine Lichtquelle 2, 12,
- Abstrahlen 1020 des Lichtstrahlbündels in Richtung eines optoelektronischen Bauteils 7, 17, das eine steuerbare Anordnung von mehreren, individuell verstellbaren optoelektronischen Elementen 8 in Form einer zweidimensionalen Matrix umfasst,
- Auswählen 1030 einer in einem Datenspeicher 10 gespeicherten Lichtverteilung 20, 21, 22 mittels einer Auswahleinheit 15 und Abrufen der Lichtverteilung 20 aus dem Datenspeicher 10,

- Erfassen 1040
 - einer Umgebungstemperatur 55 zu einem Temperaturparameter 51, und/ oder
 - eines Niederschlags 56 zu einem Niederschlagsintensitätsparameter 52 und/ oder einem Niederschlagsgrößenparameter 53, und/ oder
 - einer Fahrzeuggeschwindigkeit 57 zu einem Geschwindigkeitsparameter 52,
- Bestimmen 1050 der Temperatur- 51, Niederschlagsintensitäts- 52, Niederschlagsgrößen- 53 und/ oder Geschwindigkeitsparameter 54 als zumindest ein Parameter 50,
- Definieren 1060 einer Überlagerungsfunktion 71 aus
 - dem zumindest einem Parameter 50, und
 - einem Tastgrad 69 bei der Ansteuerung und Modulation der Spiegel des optoelektronischen Bauteils 7, 17, und
- Überlagern 1070 der Lichtverteilung 20 mit der Überlagerungsfunktion 71 zu einer Lichtmatrix 80,
- Ansteuern 1080 des optoelektronischen Bauteils 7, 17 durch die Lichtmatrix 80 mittels der Ausgabeeinheit 6, nach einer Konvertierung der Lichtmatrix 80 in ein entsprechendes Videosignal 81,
- Modulieren 1090 des eingestrahlten Lichtstrahlbündels durch das optoelektronische Bauteil 7, 17 und zumindest teilweises Reflektieren des Lichtstrahlbündels in Richtung zumindest einer Projektionsoptik 4, 14,
- Projizieren 1100 des modulierten Lichtstrahlbündels durch die zumindest eine Projektionsoptik 4, 14 und Ausbilden eines Lichtbilds vor dem Fahrzeug.

Fig. 2 stellt ein Fahrzeug mit Scheinwerfern in einer Seitenansicht dar, wobei Niederschlag, beispielsweise durch Niederschlagselemente in Form von Regentropfen oder Schneeflocken, erkennbar ist.

In **Fig. 3** ist ein Fahrzeug mit Scheinwerfern in einer Seitenansicht gezeigt, wobei ein Bereich „Detail A“ eingezeichnet ist, in dem Licht durch die Niederschlagselemente reflektiert werden kann, was die Sicht des Fahrers in Fahrtrichtung ungünstig beeinflussen kann, wie beispielsweise durch eine optische Reizung des Auges, die zur Ermüdung und sogar zu einer Blendung des Fahrers führen kann.

Fig. 4 zeigt vergrößert das Detail A aus der Fig. 3 und stellt eine Beleuchtungsanordnung eines Fahrzeugs, die das erfindungsgemäße Verfahren durchführt, mit eingezeichneten Licht-Segmenten dar. Durch ein Projektionssystem wird Licht zeilenweise abgestrahlt und das Licht durch das Projektionssystem alternierend dunkel geschaltet. In diesem Ausführungsbeispiel ist ein horizontal orientiertes Streifenmuster gezeigt. Die Lichtintensität der leuchtenden Zeilen ist dabei in etwa doppelt so hell wie jener im Fall, dass durch das Projektionssystem kein Streifenmuster gebildet ist, also in einem kontinuierlich leuchtenden System oder Fahrzeugscheinwerfer. Die mittlere Helligkeit, gemessen in einer Ebene quer zur Leuchtrichtung des Fahrzeugscheinwerfers in einem Abstand innerhalb des Sichtbereichs vor dem Fahrzeug, bevorzugt in einem Bereich zwischen 1 m und 5 m vor dem Fahrzeug, besonders bevorzugt in einem Bereich zwischen 1 m und 50 m vor dem Fahrzeug, kann für den erfindungsgemäßen Scheinwerfer somit gleich groß sein, wie bei einem konventionellen Scheinwerfer.

Fig. 5 stellt den technischen Effekt des erfindungsgemäßen Verfahrens nach Fig. 1 vergrößert im Detail A dar, wobei die nicht beleuchteten Niederschlagselemente nicht dargestellt sind. Es ist erkennbar, dass die beleuchteten Niederschlagselemente in Ihrer Anzahl deutlich reduziert sind, wenn beispielsweise nur 50% der Leuchtfläche eines Scheinwerfers leuchten, indem ein gleichmäßiges Streifenmuster überlagert ist. Um dieselbe Helligkeit im Vergleich zu einem konventionellen Scheinwerfer zu erzielen ist die Lichtstärke der leuchtenden streifenförmigen Bereich beispielsweise doppelt so stark, wie die vergleichbaren Bereiche eines konventionellen Scheinwerfers.

Das Überlagern der Lichtverteilung 20 mit der Überlagerungsfunktion 71 zur Lichtmatrix 80 erfolgt, indem jedes Element der Überlagerungsfunktion 71 jeweils mit einem Element der Lichtverteilung 20 assoziiert wird und durch eine Transferfunktion transformiert wird. Die Transferfunktion entspricht einer Operation einer Multiplikation. Die Anzahl jener Elemente der Lichtmatrix 80, deren Werte nach der Transformation im Wesentlichen Null sind, liegt zwischen 30% und 70%, bevorzugt zwischen 40% und 60%, besonders bevorzugt zwischen 45% und 55% der Gesamtanzahl der Elemente der Lichtmatrix 80. Die Werte der Elemente der Lichtmatrix 80, die nach der Transformation im Wesentlichen nicht Null sind, sind in deren Betrag jeweils größer, als die Beträge der assoziierten Werte in der Lichtverteilung 20. Unter zwei zueinander assoziierten Elementen versteht man in diesem Zusammenhang jeweils ein Element einer Überlagerungsfunktion, sowie jeweils ein Element einer

Lichtverteilung, die beide an demselben Ort, beispielsweise demselben Pixel einer Lichtmatrix 80, gelegen sind.

Der Wert des jeweiligen Elements beträgt im Wesentlichen Null, wenn dieser deutlich unter dem ursprünglichen Referenzwert desselben Elements, nämlich jenem bei vollflächiger Beleuchtung, liegt. Mit anderen Worten beträgt der Wert sinngemäß auch dann Null, wenn er beispielsweise 50% oder auch 10% unter dem Referenzwert liegt.

Die Überlagerungsfunktion 71 kann ein statisches Projektionsmuster umfassen, wie ein streifenförmiges Muster, das zeilenweise, spaltenweise oder schräg orientiert ist, oder ein schachbrettartiges Muster oder ein gleichmäßig verteiltes Zufallsmuster.

Es ist ebenso möglich, dass das gewählte Projektionsmuster während des Betriebs umgeschaltet wird, um unterschiedliche Beleuchtungseffekte zu erzielen, die in der jeweiligen Fahrsituation möglichst angenehm für das menschliche Auge des Fahrers empfunden werden. Der Parameter kann das jeweilige Projektionsmuster auch dynamisch anpassen. Das bedeutet, dass beispielsweise der Zeilenabstand den aktuellen Anforderungen dynamisch angepasst werden kann.

Fig. 6 zeigt eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Baugruppe beziehungsweise einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in Form eines Fahrzeugscheinwerfers 1. Der Fahrzeugscheinwerfers 1 umfasst in diesem Beispiel eine Lichtquelle 2, eine Primäroptik 3, eine Projektionsoptik 4 und ein optoelektronisches Bauteil 7, sowie eine Ansteuerungseinheit 9. Die Lichtquelle 2, die beispielsweise eine Leuchtdiode oder Power-LED sowie die Primäroptik 3 zur Bündelung eines Lichtstrahls enthalten kann, ist dazu eingerichtet, das optoelektronische Bauteil 7 zu beleuchten. Ein Scheinwerferbauteil der Baugruppe, das die erfindungsgemäße Vorrichtung und beispielsweise ferner ein Scheinwerfergehäuse aufweist, ist nicht dargestellt.

Das optoelektronische Bauteil 7 kann mehrere, in einer zweidimensionalen Matrix angeordnete optoelektronische Elemente 8 umfassen. In diesem ersten Ausführungsbeispiel sind die optoelektronischen Elemente 8 einzeln ansteuerbare Mikrospiegel, bei denen die Reflexionswirkung jedes einzelnen Elements der Matrix variabel einstellbar ist, beispielsweise ein DMD.

Das optoelektronische Bauteil 7 kann das einfallende Licht in Richtung einer Projektionsoptik 4 reflektieren, wobei die gesteuerten Matrixelemente individuell deren Reflexionsfaktor durch Modulation der Winkel der Mikrospiegel einstellen und eine gewünschte Lichtverteilung auf den einfallenden Lichtstrahl modulieren. Die Projektionsoptik 4 ist in die Abstrahlrichtung des Fahrzeugscheinwerfers 1 orientiert und erzeugt folglich die gewünschte Lichtverteilung vor dem Fahrzeug.

Die Ansteuerung des optoelektronischen Bauteils 7 erfolgt durch die Ansteuerungseinheit 9, in der eine gewünschte Lichtverteilung berechnet werden kann und in die dazu erforderliche Ansteuerung der optoelektronischen Elemente 8 in Form von Steuersignalen an das optoelektronische Bauteil 7 ausgegeben werden.

Fig. 7 zeigt eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Baugruppe beziehungsweise einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in Form eines Fahrzeugscheinwerfers 11. Eine Lichtquelle 12, die beispielsweise eine Leuchtdiode, Hochstrom-LED Power-LED oder eine Laser-Diode sowie eine Primäroptik 13 zur Bündelung des von der Lichtquelle 12 ausgehenden Lichtstrahls enthalten kann, ist dazu eingerichtet, ein optoelektronisches Bauteil 17 zu beleuchten. Ein Scheinwerfergehäuse der Baugruppe ist nicht dargestellt.

Das optoelektronische Bauteil 17 umfasst mehrere, in einer zweidimensionalen Matrix angeordnete optoelektronische Elemente. In diesem zweiten Ausführungsbeispiel sind die optoelektronischen Elemente 8 einzeln ansteuerbare lichtdurchlässige Elemente, bei denen die Lichtdurchlasswirkung jedes einzelnen Elements der Matrix variabel einstellbar ist beispielsweise ein LCD.

Das optoelektronische Bauteil 17 kann das einfallende Licht in Richtung einer Projektionsoptik 14 durchlassen, wobei die gesteuerten Matrixelemente individuell deren Lichtdurchlässigkeit einstellen und eine gewünschte Lichtverteilung auf den einfallenden Lichtstrahl modulieren. Die Projektionsoptik 14 ist in die Abstrahlrichtung des Fahrzeugscheinwerfers 11 orientiert und erzeugt folglich die gewünschte Lichtverteilung vor dem Fahrzeug.

Die Ansteuerung des optoelektronischen Bauteils 17 erfolgt durch die Ansteuerungseinheit 19, in der eine Lichtverteilung berechnet werden kann und die dazu erforderliche Ansteuerung der optoelektronischen Elemente, beispielsweise die Pixel eines LCD, in Form von Steuersignalen an das optoelektronische Bauteil 17 ausgegeben werden

Neben den in Fig. 6 und Fig. 7 gezeigten Varianten des optoelektronische Bauteils 7, 17 können natürlich auch andere Technologien eingesetzt werden, die eine entsprechende Modulation des Lichtes ermöglichen. Der Vollständigkeit halber werden daher auch LCoS Systeme LCoS, „Liquid Crystal on Silicon“ genannt.

Die Modulation des Lichts ermöglicht eine Segmentierung der Lichtverteilung auf der Fahrbahn, das heißt die auf die Fahrbahn projizierte Lichtverteilung kann für verschiedene Raumwinkel individuell gesteuert werden. Für ein auf eine Fahrbahn projiziertes Lichtbild ist die Anzahl von Segmenten wichtig, die individuell durch einen erfindungsgemäßen Fahrzeugscheinwerfer angesteuert werden können, um für verschiedene Fahrsituationen individuell angepasste Lichtverteilungen zu erzeugen. Die Anzahl dieser Segmente ist beispielsweise von der Anzahl der Mikrospiegel abhängig und beträgt beispielsweise 854 x 480 Mikrospiegel oder Pixel in rechteckiger Matrix-Anordnung.

Werden für Fahrzeuge zwei Scheinwerfer verwendet, können die Segmente aneinandergereiht und die Anzahl der Segmente verdoppelt werden. Üblicherweise werden in Einbaulage des Fahrzeugscheinwerfers mehr Segmente in horizontaler als in vertikaler Richtung benötigt. Aus diesem Grund werden in der Praxis häufig die durch die optoelektronischen Bauteile segmentierten Lichtverteilungen von zwei Fahrzeugscheinwerfer an den kurzen Seiten der Matrixanordnung aneinandergereiht und damit die horizontale Auflösung verdoppelt.

Es ist auch eine vollständige oder auch nur teilweise Überlagerung beziehungsweise Überlappung zweier oder mehrerer Lichtverteilungen möglich, um beispielsweise einen stärkeren Kontrast in Bildbereichen zu erzielen.

In Fig. 8 ist ein Beispiel eines optoelektronischen Bauteils 7 in Form eines DMD in Vorderansicht gezeigt. Ein vergrößerter Bildausschnitt zeigt matrixförmig angeordnete

optoelektronische Elemente 8, die einzeln steuerbare Mikrospiegel umfassen, wobei in diesem Beispiel jeder zweite Mikrospiegel verkippt ist.

Fig. 9 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines elektrischen Blockschaltbilds einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erzeugung einer Lichtverteilung vor einem Fahrzeug, in diesem Beispiel ein Fahrzeugscheinwerfer 1 gemäß Fig. 6, der zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens 1000 geeignet ist. Ein Mikroprozessor 900, eine Ausgabeeinheit 6, ein Datenspeicher 10, eine Sensoreinrichtung 920 und weitere Fahrzeug-Elektronikeinrichtungen oder Adapter 930 sind über einen CAN-Bus 910 miteinander verbunden. Eine Ausgabeeinheit 6 steuert das optoelektronische Bauteil 7 an.

Die steuerbare Anordnung von mehreren, individuell verstellbaren optoelektronischen Elementen 8 des optoelektronischen Bauteils 7 ist eingerichtet, mit einer Schaltfrequenz angesteuert zu werden, die von dem Parameter 50 abhängt, wobei die Schaltfrequenz bevorzugt zwischen 100 Hz und 1500 Hz liegt.

Der Tastgrad 69 ist beispielsweise so eingestellt, dass er in Abhängigkeit einer Soll-Betriebstemperatur des optoelektronischen Bauteils 7 größer oder gleich dem Wert 0,5 ist.

Ein Mittel zur Erfassung der Umgebungstemperatur 55 kann ein Temperatursensor des Fahrzeugs sein. Alternativ kann das Mittel auch ein Telekommunikationsmittel zum Empfangen eines Temperaturwertes sein, der für den geographischen Ort des Fahrzeugs von einem elektronischen Dienst bestimmt ist und durch den elektronischen Dienst bereitgestellt ist.

Ein Mittel zur Erfassung des Niederschlags 56 kann ein Regensensor eines Fahrzeugscheibenwischer-Systems oder ein videobasiertes Kamerasystem eines Fahrzeugs sein, beispielsweise ein Fahrerassistenzsystem.

Ein Mittel zur Erfassung der Fahrzeuggeschwindigkeit 57 kann ein Tachometer eines Fahrzeuges oder ein videobasiertes Kamerasystem eines Fahrzeugs sein, vorzugsweise ein Fahrerassistenzsystem.

Das optoelektronische Bauteil 7 ist in diesem Ausführungsbeispiel ein DMD Digital Micromirror Device.

Die Lichtquelle 2 kann eine oder mehrere Leuchtdioden, beispielsweise jeweils eine Hochstrom- oder Power-LED, oder auch eine oder mehrere Laserdioden umfassen.

Ferner kann zumindest die zumindest eine Lichtquelle 2, die zumindest eine Projektionsoptik 4 und das optoelektronische Bauteil 7 ein in einem Fahrzeug montierbares Scheinwerferbauteil bilden, wobei zumindest ein Scheinwerferbauteil in einem Fahrzeug montierbar ist.

In **Fig. 10** ist eine Momentaufnahme von Niederschlag vor einem stehenden Fahrzeug aus Sicht des Fahrers gezeigt, in **Fig. 11** eine Momentaufnahme von Niederschlag vor einem sich bewegenden Fahrzeug aus Sicht des Fahrers. Es ist erkennbar, dass die Niederschlagsselemente abhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit eine Flugbahn, das heißt einer Trajektorie folgen. Die Flugbahn hängt auch von der Art der Niederschlagsselemente, das heißt Regentropfen oder Schneeflocken ab. Die Art der Niederschlagsselemente hängt von der Temperatur außerhalb des Fahrzeugs ab, bei Temperaturen unten der Gefrierpunkt bilden sich Schneeflocken aus, wie allgemein bekannt.

Im erfindungsgemäßen Verfahren nach dem Funktionsschaltbild der **Fig. 12** kann eine besonders günstige optische Wirkung für das Auge des Fahrers erzielt werden, wenn die Bestimmung Überlagerungsfunktion 71 zumindest durch eine Prädiktionsfunktion 31, 32, 33, 34 mittels einer Trajektorie 110, 210, 310, 410 einer prädierten Flugbahn jeweils eines hypothetischen, fallenden Niederschlagsselements im Sichtbereich vor dem Fahrzeug erfolgt. Dabei wird die zumindest eine Trajektorie 110, 210, 310, 410 aus dem Parameter 50 berechnet. Die Trajektorie 110, 210, 310, 410 ist in jedem ihrer Funktionswerte entlang deren Verlauf jeweils durch einen Verlaufsvektor 115, 116 definiert.

Außerdem ist es für optische Wirkung für das Auge des Fahrers besonders vorteilhaft, wenn entlang jeder Trajektorie 110, 210, 310, 410 jeweils eine zeitabhängige Modulationsfunktion 40, die durch eine Modulationsquelle 45 definiert ist, bestimmt ist. Dabei bestimmen Zeitintervalle 46 die Wiederholrate der Modulationsfunktion 40, wie in **Fig. 13** dargestellt. Die Abszisse 41 der Modulationsfunktion 40 erstreckt sich örtlich längs

der jeweiligen Trajektorie 110, 210, 310, 410 und wird durch punktweise Multiplikation überlagert und bildet eine jeweilige Überlagerungsfunktion 71 in Form einer Lichtmodulationsfunktion 61. Dabei ist in diesem Ausführungsbeispiel die zumindest eine Lichtmodulationsfunktion 61, die in Zeitintervalle 46 unterteilt ist, die jeweils gleich lang sind, eine Ein-/ Austastmodulation ist.

In **Fig. 14** und **Fig. 15** ist erkennbar, wie die Lichtmodulationsfunktion 61 gebildet werden kann.

Bei der Überlagerung der jeweiligen Lichtmodulationsfunktion 61 mit der Lichtverteilung 20 entspricht der Betrag eines Funktionswerts der jeweiligen Lichtmodulationsfunktion 61 an einem ersten Ort 101 der jeweiligen Trajektorie 110, 210, 310, 410 zu einem ersten Zeitpunkt 47, dem Betrag eines Funktionswerts der jeweiligen Lichtmodulationsfunktion 61 an einem zweiten Ort 102 der jeweiligen Trajektorie 110, 210, 310, 410 zu einem vorhergehenden, zweiten Zeitpunkt 48. Der zweite Ort 102 ist an jenem Ort gelegen, zu dem der Verlaufsvektor 115, 116 im ersten Ort 101 im ersten Zeitpunkt 47 zeigt.

Dabei kann die zumindest eine Trajektorie 110, 210, 310, 410 durch eine lineare Prädiktion prädiziert sein, um die Berechnungskomplexität gering zu halten.

Die zumindest eine Trajektorie 110, 210, 310, 410 weist jeweils einen Anfang 111, 211 und jeweils ein Ende 112, 212 auf. Der Anfang 111, 211 ist an einer gedachten horizontalen Linie 100 gelegen, die in **Fig. 12** erkennbar ist. Die Linie 100 ist in einem Bereich gelegen, der einem oberen Bereich eines vor dem Fahrzeug ausgebildeten Lichtbilds und der oberen Begrenzung des ausgebildeten Lichtbilds entspricht und dort einen ersten Verlaufsvektor der zumindest einen Trajektorie aufweist, und die zumindest eine Trajektorie 110, 210, 310, 410 verläuft weiter horizontal seitlich und/ oder vertikal nach unten zu deren Ende 112, 212. Verlaufsvektoren 115, 116 zu späteren Zeitpunkten 47, 48 sind in der Figur erkennbar.

In einem alternativen, nicht gezeigten Ausführungsbeispiel kann die Modulationsfunktion 61, die in jeweils gleich lange Zeitintervalle 46 unterteilt ist, eine im Wesentlichen sinusförmige Modulation sein.

Die Lichtmodulationsfunktion 61 kann beispielsweise durch eine zeitabhängige zweidimensionale Funktion beziehungsweise ein Polynom 510, 610, 710 gebildet werden, wobei der Funktionswert des Polynoms 510 in Betrag und Steigung in den Schnittpunkten mit den Trajektorien 110, 210, 310 und 410 im Wesentlichen dem Funktionswert der Normalen 120, 220, 320, 420 der Trajektorien 110, 210, 310 und 410 zum selben Zeitpunkt 100 in Betrag und Steigung entspricht. Zu jedem nachfolgenden Zeitpunkt wird ein neues Polynom bestimmt.

Ein Polynom 510, 610, 710 kann beispielsweise durch eine Potenzreihe mathematisch repräsentiert werden, die wiederum graphisch entsprechend der Darstellungen einer Kurve in den Figuren illustriert werden kann.

$$P(x) = \sum_{i=0}^n a_i x^i = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n, \quad n \geq 0$$

Um den Aufwand zur Bestimmung der Polynome 510, 610, 710 gering zu halten, kann eine beschränkte Anzahl von Trajektorien 110, 210, 310, 410 zur Bestimmung der Polynome 510, 610, 710 herangezogen werden und die Polynome durch Annäherungsfunktionen, beispielsweise durch Spline- oder Bezier-Interpolationen bestimmt werden.

Annäherungsfunktionen sind in diesem Ausführungsbeispiel geeignet, um Polynome zu beschreiben. Die Annäherungsfunktionen können wiederum selbst durch Polynome mathematisch beschrieben werden. In der Praxis können häufig mehrere Polynome gebildet werden, um den gewünschten Effekt zu erzielen.

Die Lichtmodulationsfunktion 61 kann nicht nur auf die Trajektorien 110, 210, 310, 410 angewendet werden, sondern ebenso auf die Polynome 510, 610, 710. In diesem Fall ist es nicht notwendig, eine große Anzahl von Trajektorien zu bestimmen, sondern es kann eine reduzierte Anzahl an Trajektorien herangezogen werden, um Polynome zu bestimmen, die mit einer Lichtmodulationsfunktion assoziiert werden. Folglich erfolgt längs eines Polynoms 510, 610, 710 dieselbe Einstellung der Spiegel 8 eines elektrooptischen Bauteils 7, um eine Lichtintensität in Projektionsrichtung des Fahrzeugscheinwerfers 1 zu erzeugen.

Dementsprechend kann die Modulationsfunktion 40 auf unterschiedliche Trajektorien 110, 210, 310, 410 auf verschiedene Art angewandt werden. Aus diesem Zusammenhang wird klar, dass die Modulationsfunktion 40 auf die Trajektorien 110, 210, 310, 410 transformiert

werden kann, indem die Modulationsfunktion 40 beispielsweise auf die unterschiedlichen Längen der einzelnen Pfade der Trajektorien 110, 210, 310, 410 transformiert wird.

In diesem Zusammenhang bedeutet die oben genannte Übereinstimmung im Schnittpunkt des Polynoms 510 und der Normale 120 zur Trajektorie 110 in Betrag und Steigung, dass diese im Wesentlichen innerhalb von Grenzen liegt, die die Bestimmung eines Polynoms durch Reduktion auf ein Polynom mit geringer Ordnung zu vereinfachen. Dabei ist die Verwendung eines Polynoms mit höchstens zweiten Grad vorteilhaft.

Mit der Steigung in einem Punkt einer Funktion oder Kurve ist der Betrag der ersten Ableitung der Funktion in diesem Punkt gemäß der mathematischen Analysis gemeint.

Die Größe von Musterdetails im Projektionsmuster beziehungsweise in der Überlagerungsfunktion kann beispielsweise in einer Ebene quer zur Leuchtrichtung des Fahrzeugscheinwerfers in einem Abstand innerhalb des Sichtbereichs vor dem Fahrzeug, bevorzugt in einem Bereich zwischen 1 m und 5 m vor dem Fahrzeug, besonders bevorzugt in einem Bereich zwischen 1 m und 50 m vor dem Fahrzeug, gemessen werden. Die Größe kann dabei von dem Parameter 50 abhängen, bevorzugt vom Niederschlagsgrößenparameter 53, und dabei insbesondere um zumindest den Faktor drei größer als der Niederschlagsgrößenparameter 53 sein.

Fig. 16 zeigt in vergrößerter Darstellung das optoelektronische Bauteil 7 als drittes Ausführungsbeispiel einer Überlagerungsfunktion 71 in einem ersten Zeitpunkt in einem Bildausschnitt. Es sind vier Trajektorien 850, 851, 852, 853 eingezeichnet, die exemplarisch für die Flugbahn von vier Niederschlagsselementen stehen. Es ist außerdem erkennbar, wie die Polynome 860, 861, 862 verlaufen, die durch eine Position oder Lage eines Mikrospiegel des DMD-Chips, das heißt des optoelektronischen Bauteils 7 repräsentiert sind, in der Licht in Projektionsrichtung des Fahrzeugscheinwerfers reflektiert wird. Die Auflösung des optoelektronischen Bauteils 7 bestimmt die Feinheit der optischen Darstellung der Polynome 860, 861, 862. Die Linienbreite des Polynoms 860, 861, 862, die quer zum Verlauf eines Polynoms bestimmt ist, kann durch die Lichtmodulationsfunktion bestimmt sein.

Fig. 17 zeigt das optoelektronische Bauteil 7 mit der Überlagerungsfunktion 71 nach Fig. 16 in einem zweiten Zeitpunkt, ebenfalls als vergrößerte Darstellung eines Bildausschnitts. Die

Polynome 870, 871, 872 sind auf den vier Trajektorien 850, 851, 852, 853 zum zweiten Zeitpunkt bestimmt.

Fig. 18 zeigt in einer vergrößerten Ansicht das optoelektronische Bauteil 7 mit der Überlagerungsfunktion 71 nach Fig. 16 in einem vergrößerten Bildausschnitt als weiteres Ausführungsbeispiel einer Überlagerungsfunktion. Die Polynome 860, 861, 862 sind aufgrund des gewählten Bildausschnitts parallel verlaufend erkennbar.

In **Fig. 19** ist das optoelektronische Bauteil 7 mit einer zeilenförmigen Überlagerungsfunktion 71 als viertes Ausführungsbeispiel in einem ersten Zeitpunkt gezeigt. Die Polynome 880, 881, 882 sind aufgrund des Parameters 50, hier beispielsweise als Fahrzeuggeschwindigkeit gleich Null, als parallel verlaufende, horizontal orientiertes Streifenmuster erkennbar.

In **Fig. 20** ist das optoelektronische Bauteil 7 mit einer zeilenförmigen Überlagerungsfunktion nach Fig. 19 in einem zweiten Zeitpunkt gezeigt. Die Polynome 880, 881 sind parallel verlaufend erkennbar. Dadurch soll veranschaulicht werden, dass das horizontal orientierte Streifenmuster zeitlich einen sich nach unten bewegendes Effekt bewirkt.

Liste der Bezugszeichen:

1, 11	Fahrzeugscheinwerfer
2, 12	Lichtquelle
3, 13	Primäroptik
4, 14	Projektionsoptik
5	Steuereinrichtung
6	Ausgabeeinheit
7, 17	optoelektronisches Bauteil
8	optoelektronisches Element
9, 19	Ansteuerungseinheit
10	Datenspeicher
15	Auswahleinheit
20, 21, 22	Lichtverteilung
30	Gesamtheit der Prädiktionsfunktionen
31, 32, 33, 34	Prädiktionsfunktion
35	Prädiktionseinheit
40	Modulationsfunktion
41	Abszisse der Modulationsfunktion
45	Modulationsquelle
46	Zeitintervall
47	erster Zeitpunkt
48	zweiter Zeitpunkt
50	Parameter
51	Temperatur-Parameter
52	Niederschlagsintensitäts-Parameter
53	Niederschlagsgrößen-Parameter
54	Geschwindigkeits-Parameter
55	Mittel zur Erfassung einer Umgebungstemperatur
56	Mittel zur Erfassung eines Niederschlags
57	Mittel zur Erfassung einer Fahrzeuggeschwindigkeit
60	Modulator
61	Lichtmodulationsfunktion

69	Tastgrad
70	Überlagerungseinheit
71	Projektionsmuster
80	Lichtmatrix
81	Videosignal
100	gedachte Linie
101	erster Ort
102	zweiter Ort
110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853	Trajektorie
111, 211	Anfang der Trajektorie
112, 212	Ende der Trajektorie
115, 116	Verlaufsvektor
120, 220, 320, 420, 121, 221, 321, 421	Normale
510, 610, 710, 860, 861, 862, 870, 871, 872, 880, 881, 882	grafische Darstellung des Polynoms
900	Mikroprozessor
910	CAN-Bus
920	Sensoreinrichtung
930	weitere Fahrzeug-Elektronikeinrichtungen oder Adapter

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren (1000) zur Erzeugung einer Lichtverteilung vor einem Fahrzeug, **dadurch gekennzeichnet, dass** folgende Verfahrensschritte ausgeführt werden:
- Erzeugen (1010) eines Lichtstrahlbündels durch zumindest eine Lichtquelle (2, 12),
 - Abstrahlen (1020) des Lichtstrahlbündels in Richtung eines optoelektronischen Bauteils (7, 17), das eine steuerbare Anordnung von mehreren, individuell verstellbaren optoelektronischen Elementen (8) in Form einer zweidimensionalen Matrix umfasst,
 - Auswählen (1030) einer in einem Datenspeicher (10) gespeicherten Lichtverteilung (20, 21, 22) mittels einer Auswahleinheit (15) und Abrufen der Lichtverteilung (20) aus dem Datenspeicher (10),
 - Erfassen (1040)
 - einer Umgebungstemperatur (55) zu einem Temperaturparameter (51), und/ oder
 - eines Niederschlags (56) zu einem Niederschlagsintensitätsparameter (52) und/ oder einem Niederschlagsgrößenparameter (53), und/ oder
 - einer Fahrzeuggeschwindigkeit (57) zu einem Geschwindigkeitsparameter (52),
 - Bestimmen (1050) der Temperatur- (51), Niederschlagsintensitäts- (52), Niederschlagsgrößen- (53) und/ oder Geschwindigkeitsparameter (54) als zumindest ein Parameter (50),
 - Definieren (1060) einer Überlagerungsfunktion (71) aus
 - dem zumindest einem Parameter (50), und
 - einem Tastgrad (69) bei der Ansteuerung und Modulation der Spiegel des optoelektronischen Bauteils (7, 17), und
 - Überlagern (1070) der Lichtverteilung (20) mit der Überlagerungsfunktion (71) zu einer Lichtmatrix (80),
 - Ansteuern (1080) des optoelektronischen Bauteils (7, 17) durch die Lichtmatrix (80) mittels der Ausgabereinheit (6),
 - Modulieren (1090) des eingestrahnten Lichtstrahlbündels durch das optoelektronische Bauteil (7, 17) und zumindest teilweises Reflektieren des Lichtstrahlbündels in Richtung zumindest einer Projektionsoptik (4, 14),
 - Projizieren (1100) des modulierten Lichtstrahlbündels durch die zumindest eine Projektionsoptik (4, 14) und Ausbilden eines Lichtbilds vor dem Fahrzeug.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Überlagern der Lichtverteilung (20) mit der Überlagerungsfunktion (71) zur Lichtmatrix (80) erfolgt, indem jedes Element der Überlagerungsfunktion (71) jeweils mit einem Element der Lichtverteilung (20) assoziiert wird und durch eine Transferfunktion transformiert wird, wobei die Transferfunktion vorzugsweise einer Operation einer Multiplikation oder Addition entspricht, wobei

die Anzahl jener Elemente der Lichtmatrix (80), deren Werte nach der Transformation im Wesentlichen Null sind, zwischen 30% und 70%, bevorzugt zwischen 40% und 60%, besonders bevorzugt zwischen 45% und 55% der Gesamtanzahl der Elemente der Lichtmatrix (80) liegt, und

die Werte der Elemente der Lichtmatrix (80), die nach der Transformation im Wesentlichen nicht Null sind, in deren Betrag jeweils größer sind, als die Beträge der assoziierten Werte in der Lichtverteilung (20).

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überlagerungsfunktion (71) ein statisches Projektionsmuster umfasst, vorzugsweise ein streifenförmiges Muster, das als projiziertes Lichtbild einer Lichtverteilung vor dem Fahrzeug zeilenweise vertikal, spaltenweise horizontal oder schräg orientiert ist, oder ein schachbrettartiges Muster oder ein gleichmäßig verteiltes Zufallsmuster.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bestimmung der Überlagerungsfunktion (71) zumindest eine Prädiktionsfunktion (31, 32, 33, 34) umfasst, die eine Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) einer prädizierten Flugbahn jeweils eines hypothetischen, fallenden Niederschlagselements im Sichtbereich vor dem Fahrzeug umfasst, wobei die Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) zumindest aus dem Parameter (50) berechnet wird und die Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) in jedem ihrer Funktionswerte entlang deren Verlauf jeweils durch einen Verlaufsvektor (115, 116) definiert ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** entlang der Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) eine zeitabhängige Modulationsfunktion (40), die durch eine Modulationsquelle (45), bei der Zeitintervalle (46) die Wiederholrate der Modulationsfunktion (40) definieren, bestimmt ist, , und sich die Abszisse (41) der

Modulationsfunktion (40) längs der Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) erstreckt und vorzugsweise punktweise durch Multiplikation überlagert wird und dadurch die Überlagerungsfunktion (71) gebildet ist.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Überlagerung der Überlagerungsfunktion (71) mit der Lichtverteilung (20) der Betrag eines Funktionswerts der Lichtmodulationsfunktion (61) an einem ersten Ort (101) der Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) zu einem ersten Zeitpunkt (47), dem Betrag eines Funktionswerts der Lichtmodulationsfunktion (61) an einem zweiten Ort (102) der Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) zu einem vorhergehenden, zweiten Zeitpunkt (48) entspricht, wobei der zweite Ort (102) an jenem Ort gelegen ist, zu dem der Verlaufsvektor (115, 116) im ersten Ort (101) im ersten Zeitpunkt (47) zeigt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) durch eine lineare Prädiktion prädiziert ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) einen Anfang (111, 211) und ein Ende (112, 212) aufweist, wobei der Anfang (111, 211) an einer horizontalen Linie (100), die in einem Bereich gelegen ist, der einem oberen Bereich eines vor dem Fahrzeug ausgebildeten Lichtbilds, vorzugsweise der oberen Begrenzung des ausgebildeten Lichtbilds entspricht und dort den ersten Verlaufsvektor (115, 116) der Trajektorie aufweist, und die Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) weiter horizontal seitlich und/ oder vertikal nach unten zu deren Ende (112, 212) verläuft.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Modulationsfunktion (40), die vorzugsweise in Zeitintervalle (46) unterteilt ist, die vorzugsweise gleich lang sind, eine Ein-/ Austastmodulation ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Modulationsfunktion (40), die vorzugsweise in Zeitintervalle (46) unterteilt ist, die vorzugsweise gleich lang sind, eine im Wesentlichen sinusförmige Modulation ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine zeitabhängige zweidimensionale Funktion in Form eines Polynoms (510, 610, 710, 860, 861, 862, 870, 871, 872) gebildet werden kann, wobei der Funktionswert des Polynoms (510, 610, 710, 860, 861, 862, 870, 871, 872) in Betrag und Steigung in den Schnittpunkten mit der Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) im Wesentlichen dem Funktionswert der Normale (120, 220, 320, 420, 121, 221, 321, 421) zu der Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) zum selben Zeitpunkt (47, 48) in Betrag und Steigung entspricht, wobei dem Polynom (510, 610, 710, 860, 861, 862, 870, 871, 872) die Lichtmodulationsfunktion (61) zu einem Zeitpunkt (47, 48) überlagert werden kann, und entlang des Verlaufs des Polynoms (510, 610, 710, 860, 861, 862, 870, 871, 872) denselben Funktionswert der Lichtmodulationsfunktion (61) überlagern ist und daraus die.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Bestimmung der Polynome (510, 610, 710, 860, 861, 862, 870, 871, 872) Annäherungsfunktionen, vorzugsweise Spline- oder Bezier-Interpolationen, herangezogen werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Polynome (510, 610, 710, 860, 861, 862, 870, 871, 872) höchstens einen Grad von Zwei aufweisen.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe von Musterdetails im Projektionsmuster, gemessen in einer Ebene quer zur Leuchtrichtung des Fahrzeugscheinwerfers in einem Abstand innerhalb des Sichtbereichs vor dem Fahrzeug, bevorzugt in einem Bereich zwischen 1 m und 5 m vor dem Fahrzeug, besonders bevorzugt in einem Bereich zwischen 1 m und 50 m vor dem Fahrzeug, von dem Parameter (50) abhängt, bevorzugt vom Niederschlagsgrößenparameter (53), besonders bevorzugt um zumindest den Faktor drei größer als der Niederschlagsgrößenparameter (53) beträgt.
15. Vorrichtung zur Erzeugung einer Lichtverteilung vor einem Fahrzeug, in der die Verfahrensschritte nach einem der Ansprüche 1 bis 14 ausführbar sind, umfassend eine Lichtquelle (2), eine Primäroptik (3), eine Projektionsoptik (4), ein optoelektronisches Bauteil (7), das eine steuerbare Anordnung von mehreren, individuell verstellbaren optoelektronischen Elementen (8) beinhaltet, und eine Ansteuerungseinheit (9), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltfrequenz der steuerbare Anordnung von mehreren,

individuell verstellbaren optoelektronischen Elementen (8) des optoelektronischen Bauteils (7, 17) von dem Parameter (50) abhängt, wobei die Schaltfrequenz bevorzugt zwischen 100 Hz und 1500 Hz liegt.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Tastgrad (69) in Abhängigkeit einer Soll-Betriebstemperatur des optoelektronischen Bauteils (7, 17) so eingestellt ist, dass er größer oder gleich dem Wert 0,5 ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Mittel zur Erfassung der Umgebungstemperatur (55) ein Temperatursensor des Fahrzeugs oder ein Telekommunikationsmittel zum Empfangen eines Temperaturwertes, der für den geographischen Ort des Fahrzeugs vorzugsweise von einem elektronischen Dienst bestimmt ist, und durch den elektronischen Dienst bereitgestellt ist, umfasst ist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Mittel zur Erfassung des Niederschlags (56) ein Regensensor eines Fahrzeugscheibenwischer-Systems oder ein videobasiertes Kamerasystem eines Fahrzeugs, vorzugsweise ein Fahrerassistenzsystem ist, umfasst ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Mittel zur Erfassung der Fahrzeuggeschwindigkeit (57) ein Tachometer eines Fahrzeuges oder ein videobasiertes Kamerasystem eines Fahrzeugs, vorzugsweise ein Fahrerassistenzsystem ist, umfasst ist.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** das optoelektronische Bauteil (7, 17) ein DMD (Digital Micromirror Device) ist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtquelle (2, 12) zumindest eine Leuchtdiode, vorzugsweise eine Hochstrom- oder Power-LED, oder zumindest eine Laserdiode umfasst.

22. Baugruppe, umfassend zumindest eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Baugruppe ein in einem Fahrzeug montierbares Scheinwerferbauteil bildet.

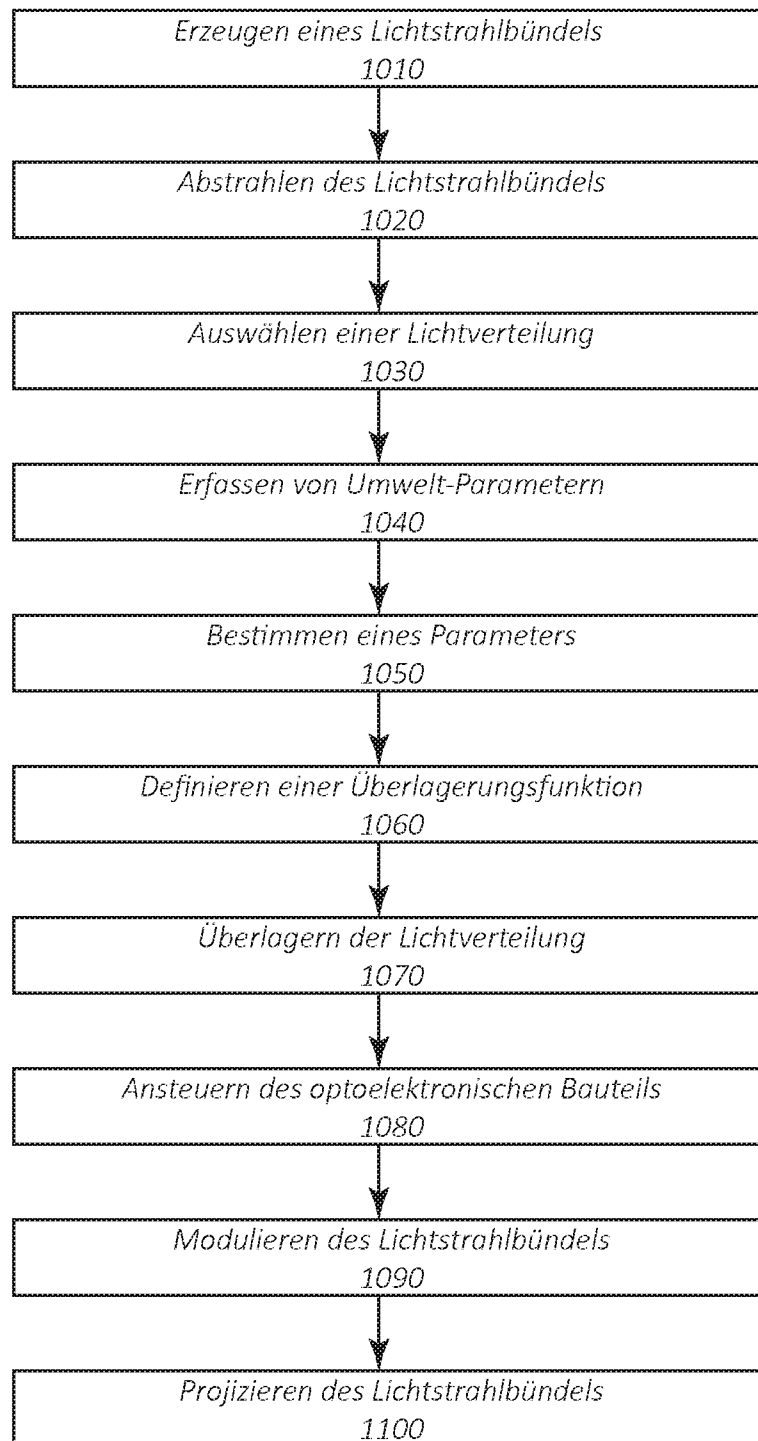
1000 

Fig. 1

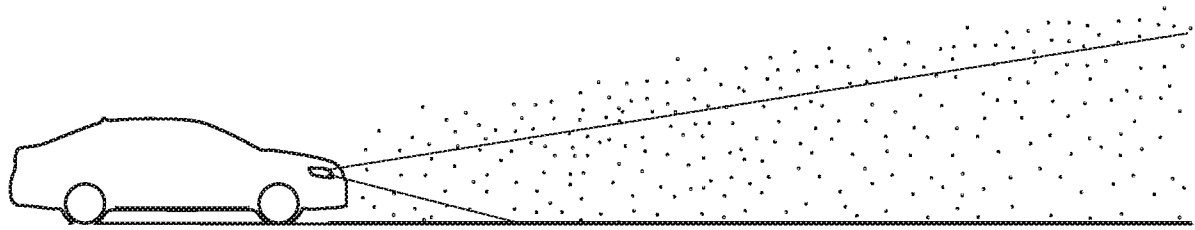


Fig. 2

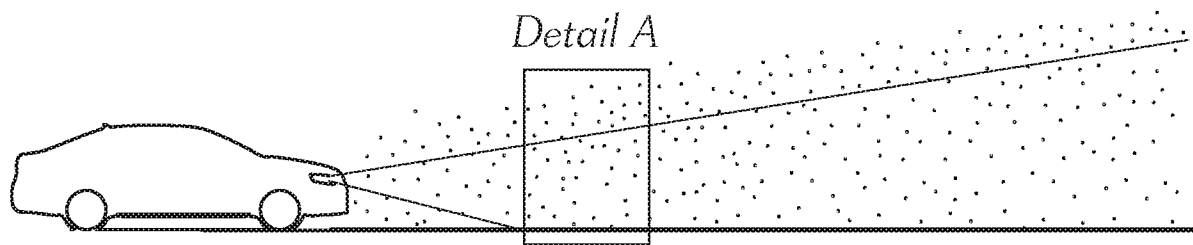


Fig. 3

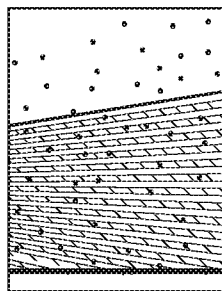


Fig. 4

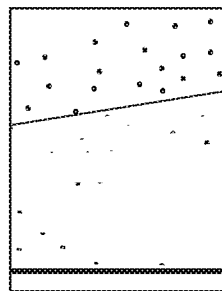
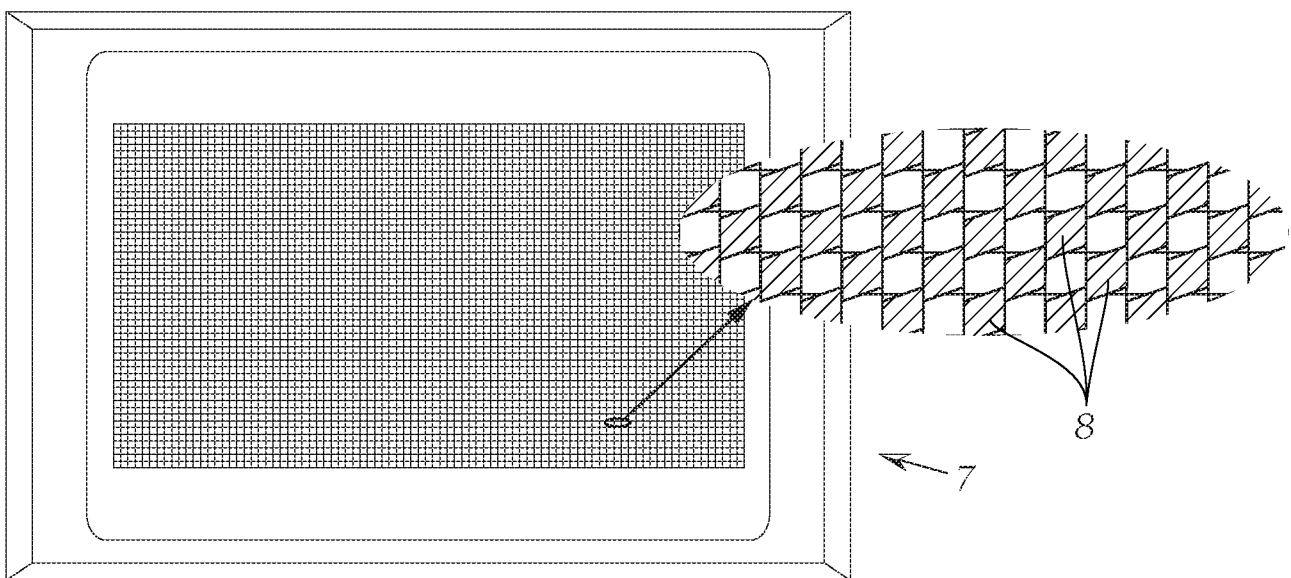
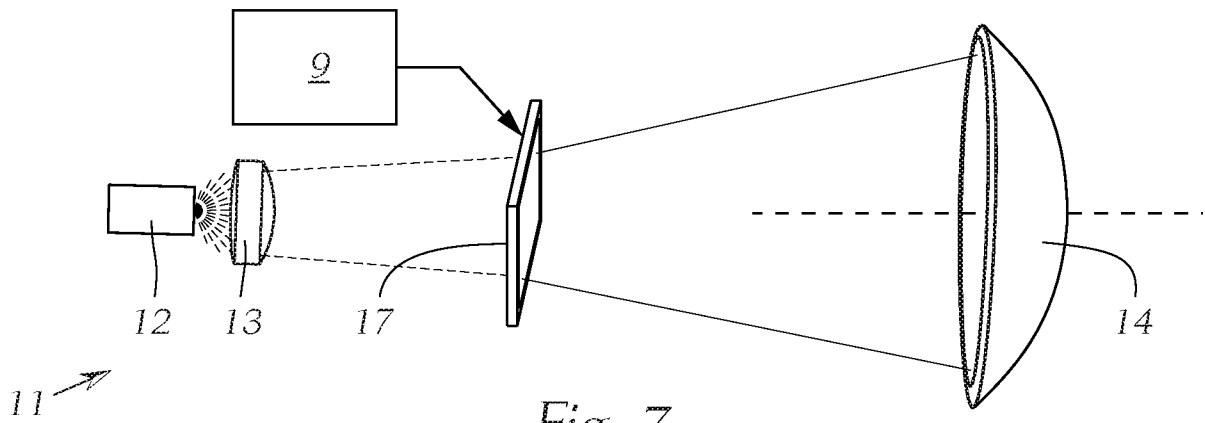
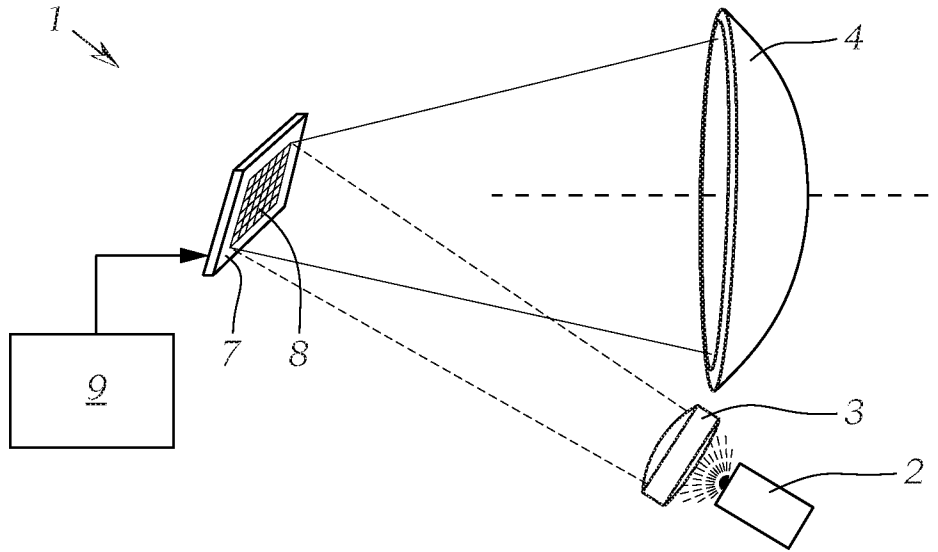


Fig. 5



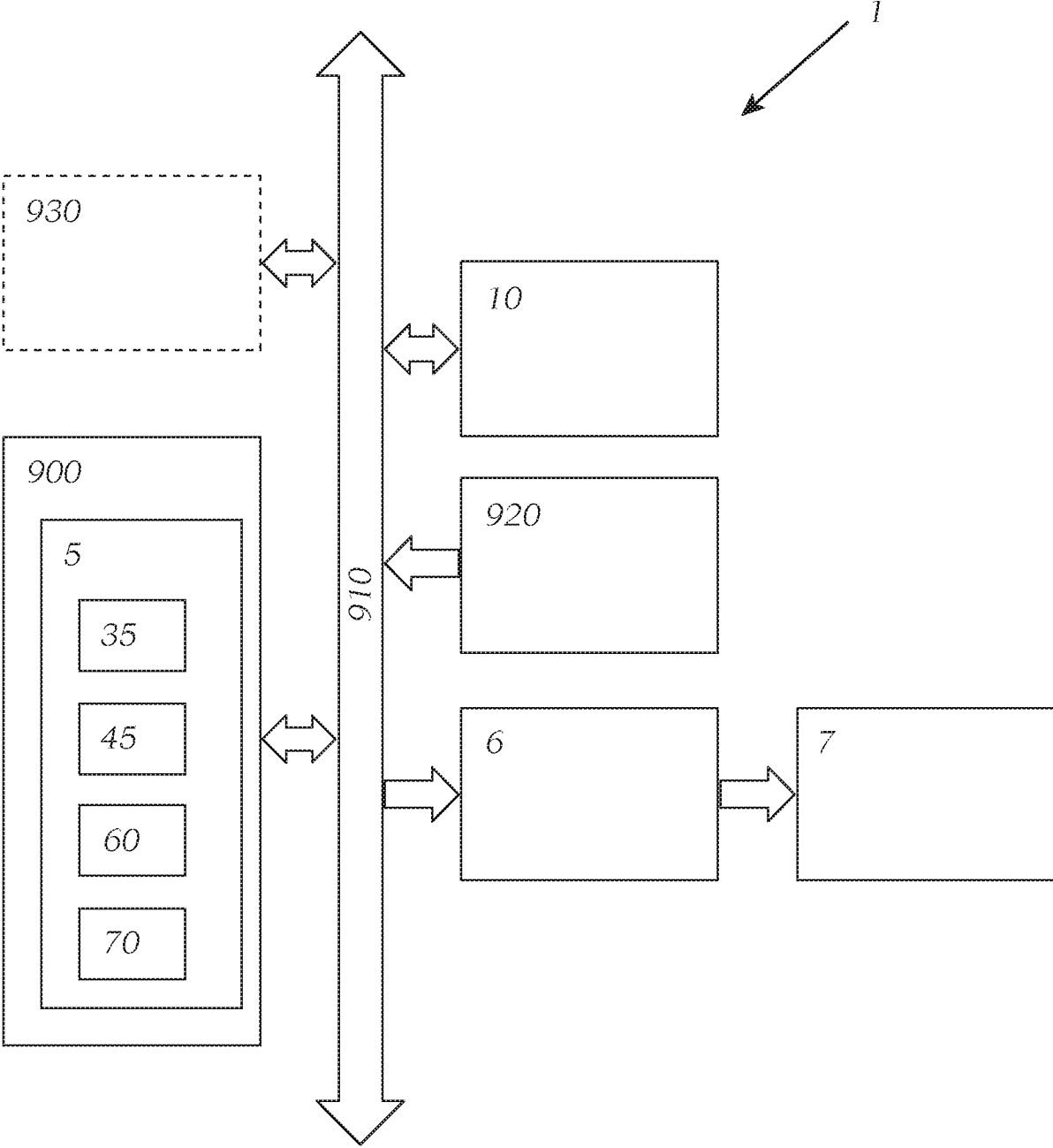


Fig. 9

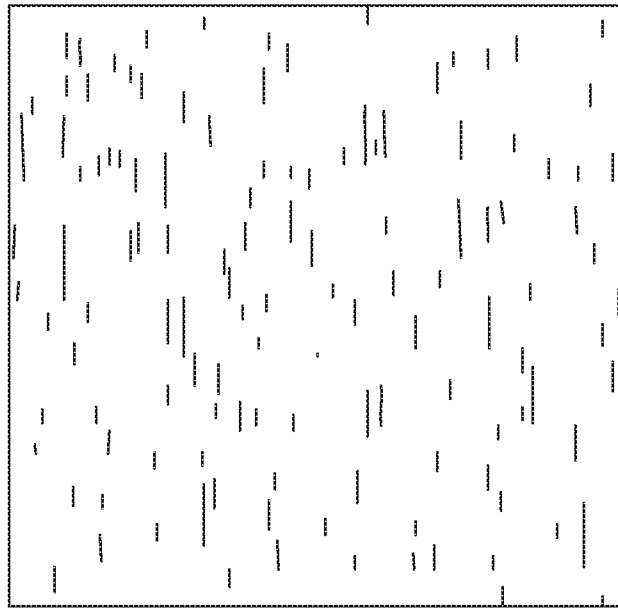


Fig. 10

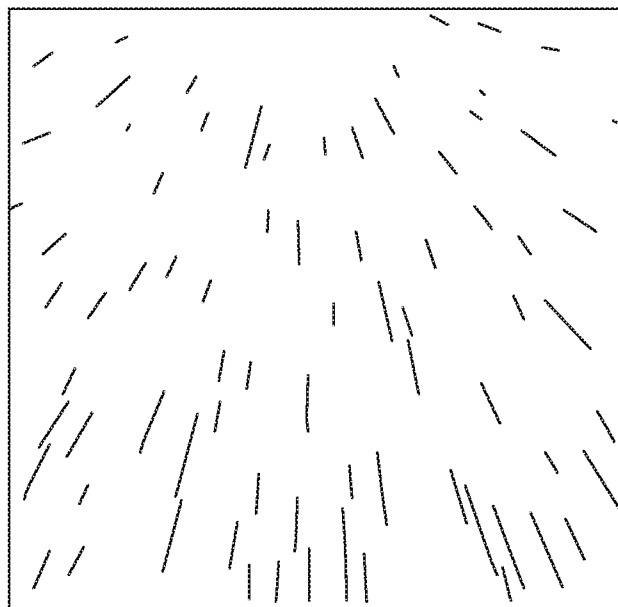
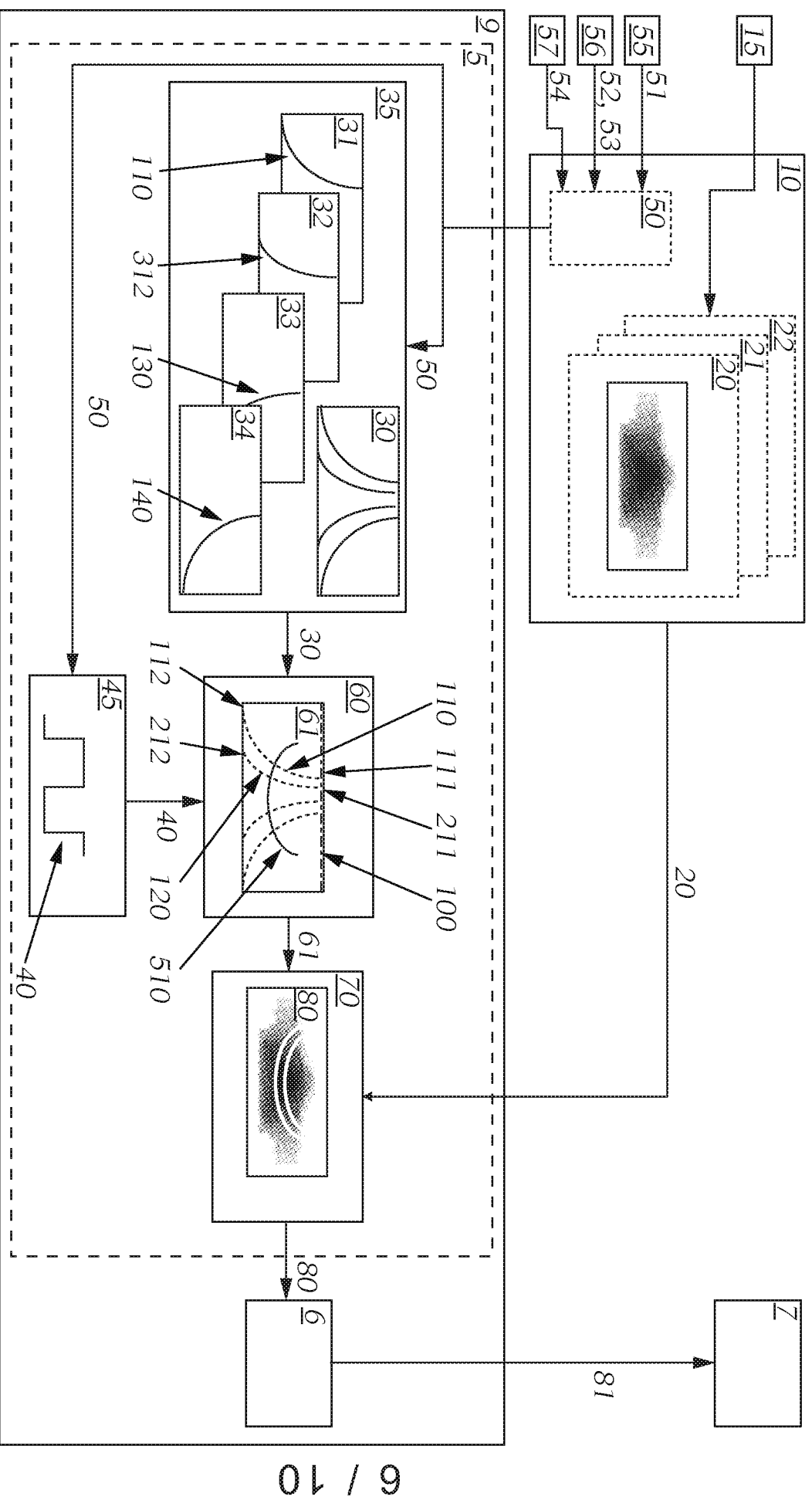
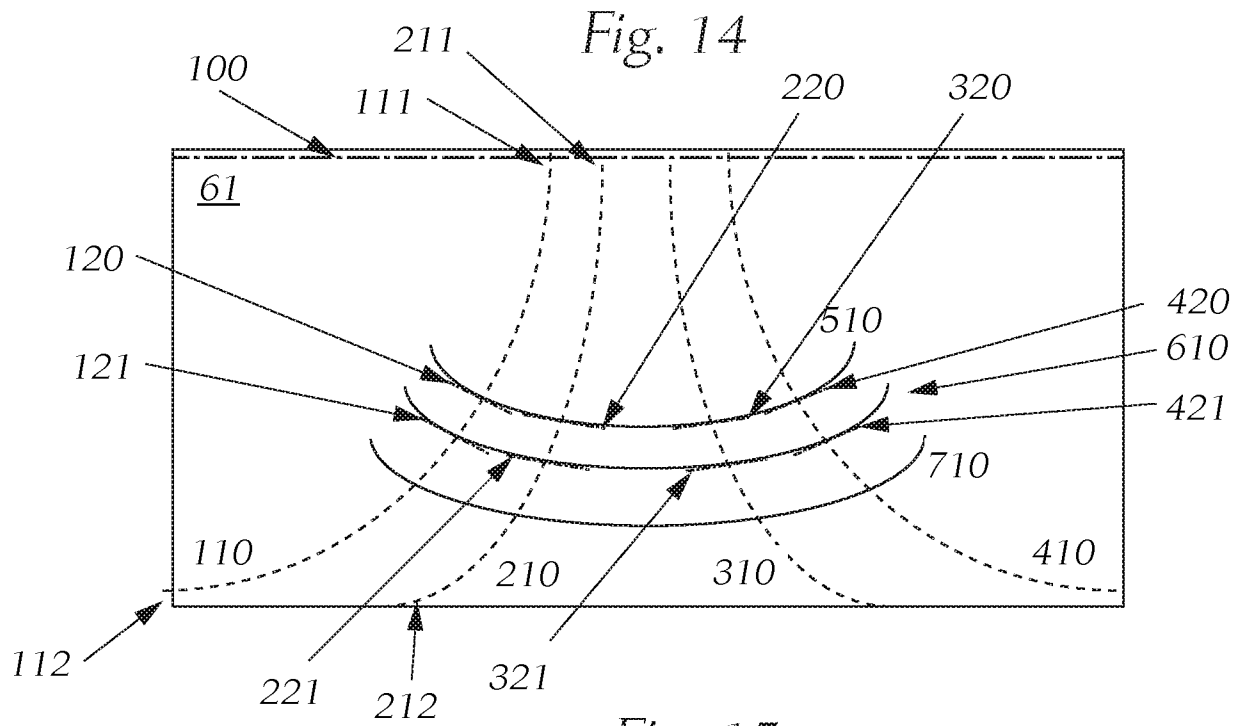
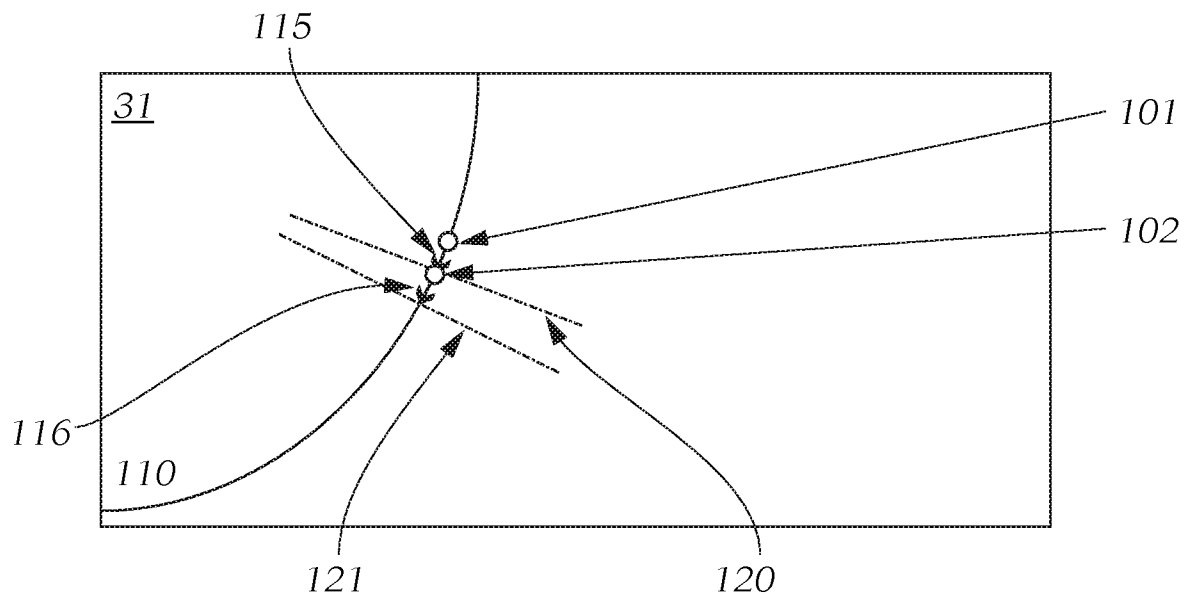
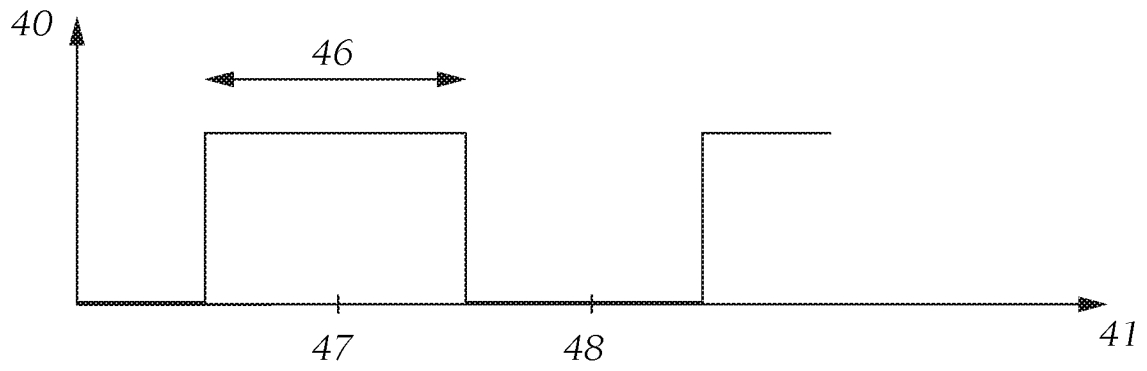


Fig. 11



Ex. 12



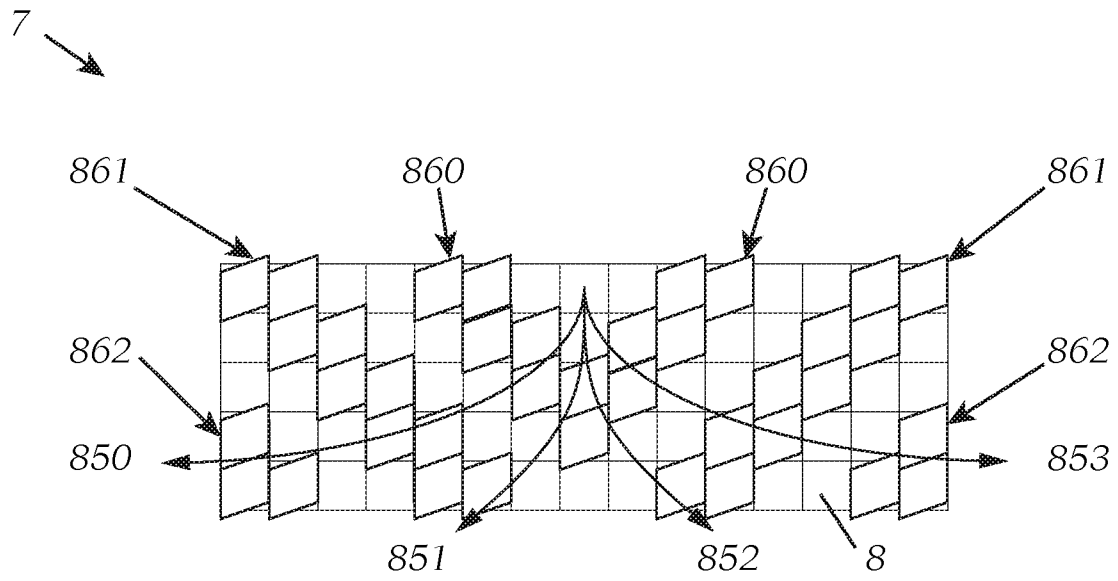


Fig. 16

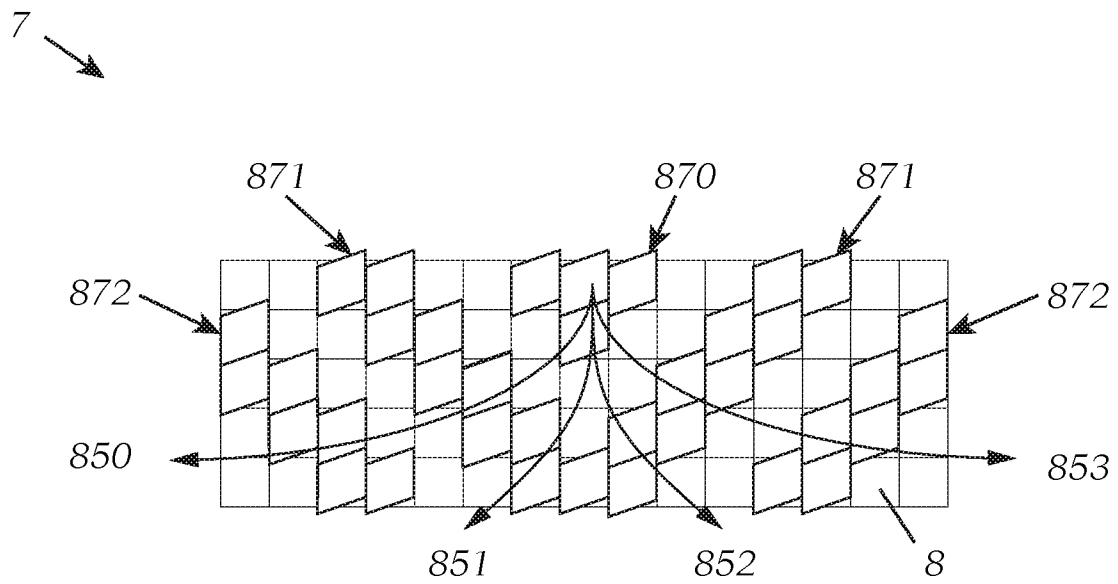


Fig. 17

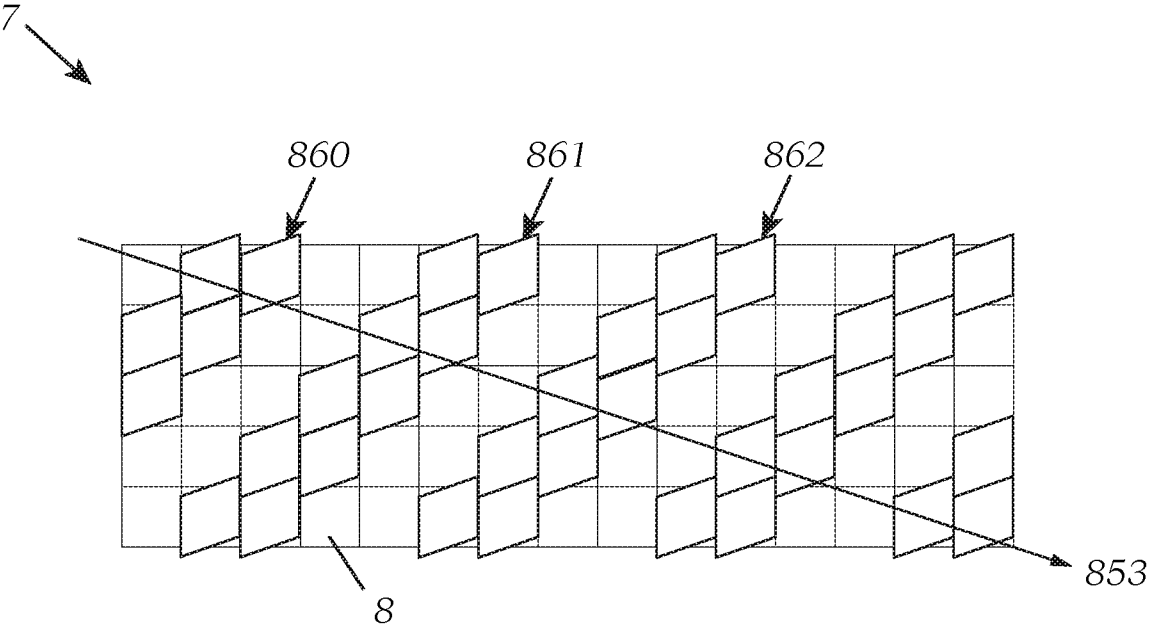


Fig. 18

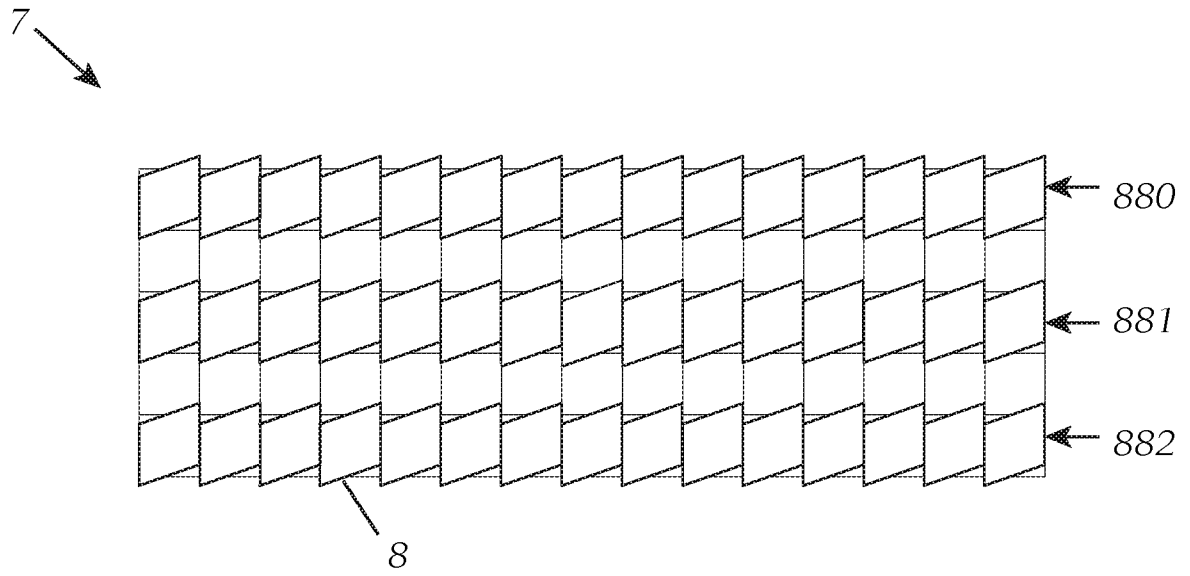


Fig. 19

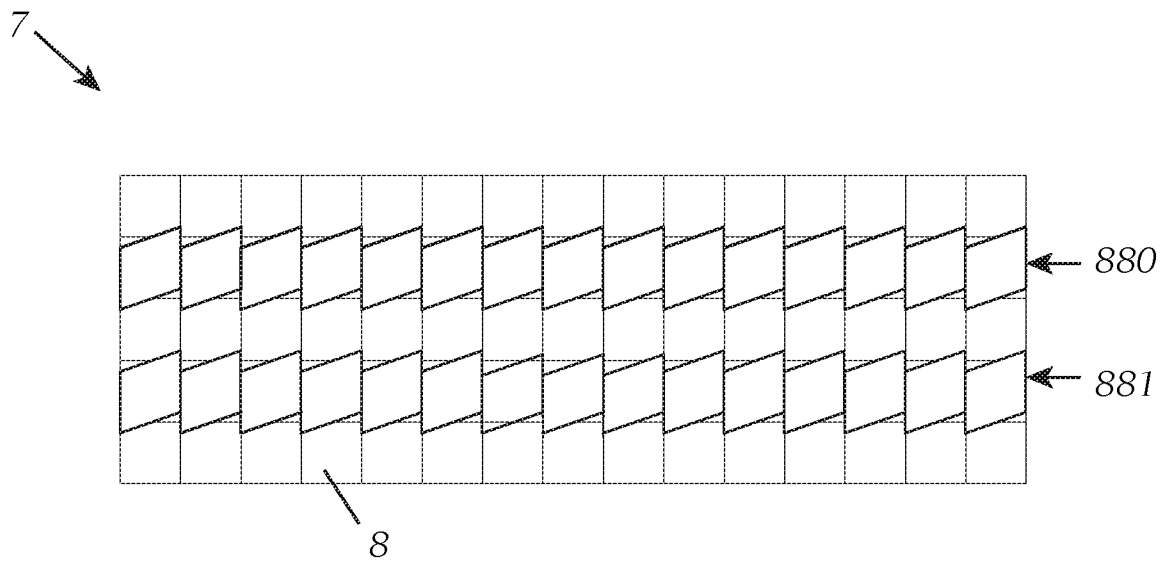


Fig. 20

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

F21S 8/10 (2006.01); B60Q 1/08 (2006.01) B60Q 1/115 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

F21S 48/1757 (2013.01); B60Q 1/085 (2013.01) F21S 48/125 (2013.01); B60Q 1/115 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

F21S, B60Q

Konsultierte Online-Datenbank:

WPIAP, EPODOC, TXTnn

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **16.02.2017** eingereichten Ansprüchen erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	EP 1433655 A2 (ICHIKOH INDUSTRIES LTD [JP]) 30. Juni 2004 (30.06.2004) Figuren 1, 2, 5, 6, 14, 17 sowie Beschreibung der Figuren, insbesondere die Absätze [0034] - [0067], [0298] und [0299]	1
X	US 2002196636 A1 (DASSANAYAKE MAHENDRA SOMASARA [US] et al) 26. Dezember 2002 (26.12.2002) Figuren und Beschreibung der Figuren, insbesondere die Absätze [0026] - [0028]	1
X	EP 2965946 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 13. Januar 2016 (13.01.2016) Figuren 1 und 5 und Beschreibung der Figuren, insbesondere die Absätze [0014] und [0033] - [0036]	1

Datum der Beendigung der Recherche:

19.10.2017

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

KOSKARTI Ferdinand

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren (1000) zur Erzeugung einer Lichtverteilung vor einem Fahrzeug, **dadurch gekennzeichnet, dass** folgende Verfahrensschritte ausgeführt werden:

- Erzeugen (1010) eines Lichtstrahlbündels durch zumindest eine Lichtquelle (2, 12),
- Abstrahlen (1020) des Lichtstrahlbündels in Richtung eines optoelektronischen Bauteils (7, 17), das eine steuerbare Anordnung von mehreren, individuell verstellbaren optoelektronischen Elementen (8) in Form einer zweidimensionalen Matrix umfasst,
- Auswählen (1030) einer in einem Datenspeicher (10) gespeicherten Lichtverteilung (20, 21, 22) mittels einer Auswahlinheit (15) und Abrufen der Lichtverteilung (20) aus dem Datenspeicher (10),
- Erfassen (1040)
 - einer Umgebungstemperatur (55) zu einem Temperaturparameter (51), und/ oder
 - eines Niederschlags (56) zu einem Niederschlagsintensitätsparameter (52) und/ oder einem Niederschlagsgrößenparameter (53),
- Bestimmen (1050) der Temperatur- (51), Niederschlagsintensitäts- (52), Niederschlagsgrößen- (53) als zumindest ein Parameter (50),
- Definieren (1060) einer Überlagerungsfunktion (71) aus dem zumindest einem Parameter (50),
- Überlagern (1070) der Lichtverteilung (20) mit der Überlagerungsfunktion (71) zu einer Lichtmatrix (80),
- Ansteuern (1080) des optoelektronischen Bauteils (7, 17) durch die Lichtmatrix (80) mittels der Ausgabereinheit (6),
- Modulieren (1090) des eingestrahnten Lichtstrahlbündels durch das optoelektronische Bauteil (7, 17) und zumindest teilweises Reflektieren des Lichtstrahlbündels in Richtung zumindest einer Projektionsoptik (4, 14),
- Projizieren (1100) des modulierten Lichtstrahlbündels durch die zumindest eine Projektionsoptik (4, 14) und Ausbilden eines Lichtbilds vor dem Fahrzeug.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Erfassen (1040) außerdem eine Fahrzeuggeschwindigkeit (57) zu einem Geschwindigkeitsparameter (54) erfasst wird, welcher beim Bestimmen (1050) des zumindest einen Parameters (50) berücksichtigt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Definieren (1060) einer Überlagerungsfunktion (71) außerdem ein Tastgrad (69) für die Ansteuerung und Modulation der Spiegel des optoelektronischen Bauteils (7, 17) berücksichtigt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Überlagern der Lichtverteilung (20) mit der Überlagerungsfunktion (71) zur Lichtmatrix (80) erfolgt, indem jedes Element der Überlagerungsfunktion (71) jeweils mit einem Element der Lichtverteilung (20) assoziiert wird und durch eine Transferfunktion transformiert wird, wobei die Transferfunktion vorzugsweise einer Operation einer Multiplikation oder Addition entspricht, wobei
- die Anzahl jener Elemente der Lichtmatrix (80), deren Werte nach der Transformation im Wesentlichen Null sind, zwischen 30% und 70%, bevorzugt zwischen 40% und 60%, besonders bevorzugt zwischen 45% und 55% der Gesamtanzahl der Elemente der Lichtmatrix (80) liegt, und
- die Werte der Elemente der Lichtmatrix (80), die nach der Transformation im Wesentlichen nicht Null sind, in deren Betrag jeweils größer sind, als die Beträge der assoziierten Werte in der Lichtverteilung (20).
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überlagerungsfunktion (71) ein statisches Projektionsmuster umfasst, vorzugsweise ein streifenförmiges Muster, das als projiziertes Lichtbild einer Lichtverteilung vor dem Fahrzeug zeilenweise vertikal, spaltenweise horizontal oder schräg orientiert ist, oder ein schachbrettartiges Muster oder ein gleichmäßig verteiltes Zufallsmuster.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bestimmung der Überlagerungsfunktion (71) zumindest eine Prädiktionsfunktion (31, 32, 33, 34) umfasst, die eine Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) einer prädizierten Flugbahn jeweils eines hypothetischen, fallenden Niederschlagselements im Sichtbereich vor dem Fahrzeug umfasst, wobei die Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) zumindest aus dem Parameter (50) berechnet wird und die Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) in jedem ihrer Funktionswerte entlang deren Verlauf jeweils durch einen Verlaufsvektor (115, 116) definiert ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** entlang der Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) eine zeitabhängige Modulationsfunktion (40), die durch eine Modulationsquelle (45), bei der Zeitintervalle (46) die Wiederholrate der Modulationsfunktion (40) definieren, bestimmt ist, , und sich die Abszisse (41) der Modulationsfunktion (40) längs der Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) erstreckt und vorzugsweise punktweise durch Multiplikation überlagert wird und dadurch die Überlagerungsfunktion (71) gebildet ist.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Überlagerung der Überlagerungsfunktion (71) mit der Lichtverteilung (20) der Betrag eines Funktionswerts der Lichtmodulationsfunktion (61) an einem ersten Ort (101) der Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) zu einem ersten Zeitpunkt (47), dem Betrag eines Funktionswerts der Lichtmodulationsfunktion (61) an einem zweiten Ort (102) der Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) zu einem vorhergehenden, zweiten Zeitpunkt (48) entspricht, wobei der zweite Ort (102) an jenem Ort gelegen ist, zu dem der Verlaufsvektor (115, 116) im ersten Ort (101) im ersten Zeitpunkt (47) zeigt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) durch eine lineare Prädiktion prädiziert ist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) einen Anfang (111, 211) und ein Ende (112, 212) aufweist, wobei der Anfang (111, 211) an einer horizontalen Linie (100) , die in einem Bereich gelegen ist, der einem oberen Bereich eines vor dem Fahrzeug ausgebildeten Lichtbilds, vorzugsweise der oberen Begrenzung des ausgebildeten Lichtbilds entspricht und dort den ersten Verlaufsvektor (115, 116) der Trajektorie aufweist, und die Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) weiter horizontal seitlich und/ oder vertikal nach unten zu deren Ende (112, 212) verläuft.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Modulationsfunktion (40), die vorzugsweise in Zeitintervalle (46) unterteilt ist, die vorzugsweise gleich lang sind, eine Ein-/ Austastmodulation ist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Modulationsfunktion (40), die vorzugsweise in Zeitintervalle (46) unterteilt ist, die vorzugsweise gleich lang sind, eine im Wesentlichen sinusförmige Modulation ist.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine zeitabhängige zweidimensionale Funktion in Form eines Polynoms (510, 610, 710, 860, 861, 862, 870, 871, 872) gebildet werden kann, wobei der Funktionswert des Polynoms (510, 610, 710, 860, 861, 862, 870, 871, 872) in Betrag und Steigung in den Schnittpunkten mit der Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) im Wesentlichen dem Funktionswert der Normale (120, 220, 320, 420, 121, 221, 321, 421) zu der Trajektorie (110, 210, 310, 410, 850, 851, 852, 853) zum selben Zeitpunkt (47, 48) in Betrag und Steigung entspricht, wobei dem Polynom (510, 610, 710, 860, 861, 862, 870, 871, 872) die Lichtmodulationsfunktion (61) zu einem Zeitpunkt (47, 48) überlagert werden kann, und entlang des Verlaufs des Polynoms (510, 610, 710, 860, 861, 862, 870, 871, 872) denselben Funktionswert der Lichtmodulationsfunktion (61) überlagern ist und daraus die.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Bestimmung der Polynome (510, 610, 710, 860, 861, 862, 870, 871, 872) Annäherungsfunktionen, vorzugsweise Spline- oder Bezier-Interpolationen, herangezogen werden.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Polynome (510, 610, 710, 860, 861, 862, 870, 871, 872) höchstens einen Grad von Zwei aufweisen.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe von Musterdetails im Projektionsmuster, gemessen in einer Ebene quer zur Leuchtrichtung des Fahrzeugscheinwerfers in einem Abstand innerhalb des Sichtbereichs vor dem Fahrzeug, bevorzugt in einem Bereich zwischen 1 m und 5 m vor dem Fahrzeug, besonders bevorzugt in einem Bereich zwischen 1 m und 50 m vor dem Fahrzeug, von dem Parameter (50) abhängt, bevorzugt vom Niederschlagsgrößenparameter (53), besonders bevorzugt um zumindest den Faktor drei größer als der Niederschlagsgrößenparameter (53) beträgt.
17. Vorrichtung zur Erzeugung einer Lichtverteilung vor einem Fahrzeug, in der die Verfahrensschritte nach einem der Ansprüche 1 bis 16 ausführbar sind, umfassend eine

Lichtquelle (2), eine Primäroptik (3), eine Projektionsoptik (4), ein optoelektronisches Bauteil (7), das eine steuerbare Anordnung von mehreren, individuell verstellbaren optoelektronischen Elementen (8) beinhaltet, und eine Ansteuerungseinheit (9), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltfrequenz der steuerbare Anordnung von mehreren, individuell verstellbaren optoelektronischen Elementen (8) des optoelektronischen Bauteils (7, 17) von dem Parameter (50) abhängt, wobei die Schaltfrequenz bevorzugt zwischen 100 Hz und 1500 Hz liegt.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Tastgrad (69) in Abhängigkeit einer Soll-Betriebstemperatur des optoelektronischen Bauteils (7, 17) so eingestellt ist, dass er größer oder gleich dem Wert 0,5 ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Mittel zur Erfassung der Umgebungstemperatur (55) ein Temperatursensor des Fahrzeugs oder ein Telekommunikationsmittel zum Empfangen eines Temperaturwertes, der für den geographischen Ort des Fahrzeugs vorzugsweise von einem elektronischen Dienst bestimmt ist, und durch den elektronischen Dienst bereitgestellt ist, umfasst ist.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Mittel zur Erfassung des Niederschlags (56) ein Regensensor eines Fahrzeugscheibenwischer-Systems oder ein videobasiertes Kamerasystem eines Fahrzeugs, vorzugsweise ein Fahrerassistenzsystem ist, umfasst ist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Mittel zur Erfassung der Fahrzeuggeschwindigkeit (57) ein Tachometer eines Fahrzeuges oder ein videobasiertes Kamerasystem eines Fahrzeugs, vorzugsweise ein Fahrerassistenzsystem ist, umfasst ist.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** das optoelektronische Bauteil (7, 17) ein DMD (Digital Micromirror Device) ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtquelle (2, 12) zumindest eine Leuchtdiode, vorzugsweise eine Hochstrom- oder Power-LED, oder zumindest eine Laserdiode umfasst.

24. Baugruppe, umfassend zumindest eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Baugruppe ein in einem Fahrzeug montierbares Scheinwerferbauteil bildet.