



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.07.2003 Patentblatt 2003/27

(51) Int Cl.⁷: **F21S 10/02**

(21) Anmeldenummer: **02028911.2**

(22) Anmeldetag: **23.12.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO

(72) Erfinder: **Kluth, Manfred**
40721 Hilden (DE)

**(74) Vertreter: Gille Hrabal Struck Neidlein Prop Roos
Patentanwälte
Brucknerstrasse 20
40593 Düsseldorf (DE)**

(30) Priorität: **23.12.2001 DE 10163958**

(71) Anmelder: **Der Kluth: Decke und Licht GmbH**
40721 Hilden (DE)

(54) **Beleuchtungsanordnung**

(57) Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung ist die Farbtemperatur und Helligkeit so einstellbar, daß in einem Raum eine derartige Farbtemperatur und Helligkeit vorherrschen, die z.B. im Freien an einem Sommermorgen bei gutem Wetter vorherrschen würde. Je nach Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Beleuchtungs-
vorrichtung wird unter einer "typischen Farbtemperatur und/oder Helligkeit" z.B. folgender Effekt verstanden: Beispielsweise kann die Beleuchtungs-
vorrichtung im gesamten Bereich der Decke, oder aber einen lichtschachtartigen Ausschnitt desselben umfassen. Wenn die Beleuchtungseinrichtung nun auf Sommertag einge-

stellt wird, dann entsteht für den im Raum befindlichen Menschen der Eindruck, daß die Decke des Raumes offen ist und den Blick auf den Himmel gestattet. Dies kann z.B. auch dadurch gesteigert werden, daß ein z. B. für die Morgen- oder Dämmerungsstimmung typischer Farbverlauf von orange nach blau an der Decke generiert wird. Auch ist es möglich, daß der Betrachter die an der Decke montierte großflächige Beleuchtungs-
vorrichtung nicht als freien Himmel, sondern als optisch-
luftige Decke, beispielsweise in Gestalt eines Milchglas-
daches, einer Markise oder eines Zeltes versteht und
daher glaubt, einen intensiven Kontakt zum natürlichen
Licht zu spüren.

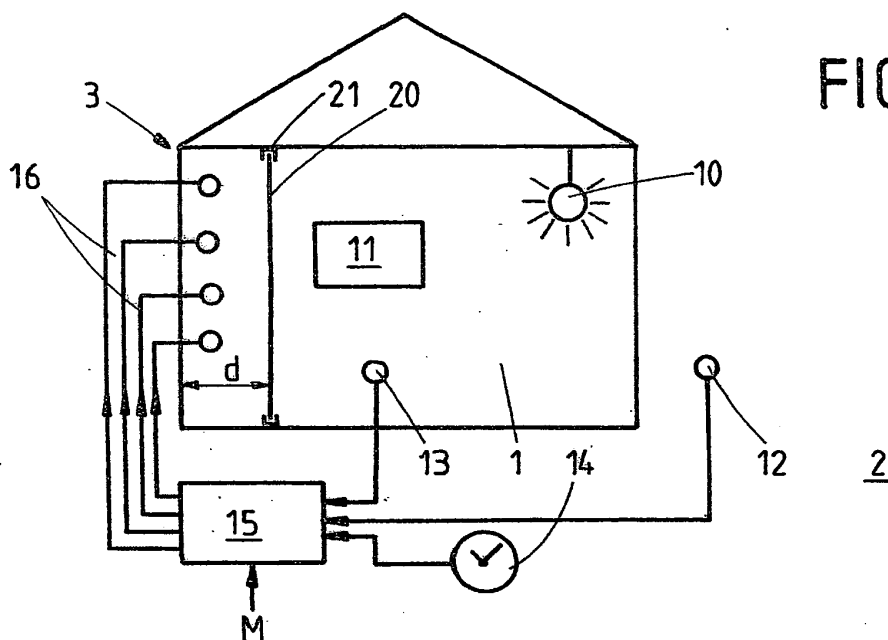


FIG. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft insbesondere eine Beleuchtungsanordnung, sowie deren Komponenten und Mittel, sowie Verfahren zum Betreiben derselben und Einsatzmöglichkeiten derselben.

[0002] Zur Beleuchtung von nicht ausreichend mit Tageslicht versorgten Räumen sind eine Vielzahl von Beleuchtungsmitteln bekannt. Spots, Schreibtischlampen, Deckenstrahler und andere punktförmige Beleuchtungsquellen sorgen für eine lokale Beleuchtung z.B. des Arbeits-, Wohn- oder Verkaufsbereichs. Bekannte Nachteile dieser Beleuchtungsarten sind starke Schlagschatten, leichte Verschattbarkeit der anzustrahlenden Fläche durch beispielsweise den Betrachter, Blendung durch den Leuchtkörper, ungewünschte Reflektionen der angestrahlten Objekte, sowie große Helligkeitsunterschiede innerhalb des Raums, die dazu führen, daß die Augen einer Person, die zuvor auf den stärker ausgeleuchteten Bereich geblickt hat, verstärkt Adaptionsarbeit beim Blick in einen unbeleuchteten Teil des Raumes leisten müssen.

[0003] In dieser Hinsicht stellen großflächige Beleuchtungskonzepte eine Verbesserung dar. Eine Vielzahl von nach unten gerichteten Spots (z.B. Halogenspots) oder Leuchtstoffröhren verteilen das Licht gleichmäßiger im Raum und vermeiden damit einen Großteil der zuvor genannten Nachteile, wie z.B. Schattenbildung und verstärkte Adaptionsarbeit des Auges. Die punkt- oder linienförmigen Leuchtkörper geben jedoch das Licht an ihrer Oberfläche derart konzentriert ab, daß eine Person, die in den Beleuchtungskörper blickt, danach geblendet ist.

[0004] Eine weitere Verbesserung stellen dort die indirekten Beleuchtungsarten dar. Dazu zählen z.B. hinter Streuscheiben angeordnete Leuchtstoffröhren oder Strahler, die beispielsweise gegen die Decke gerichtet werden und somit für eine indirekte Beleuchtung sorgen. Dadurch, daß das Licht sehr großflächig abgegeben wird, werden die zuvor genannten Nachteile beseitigt.

[0005] Allen zuvor genannten Beleuchtungssystemen ist jedoch ein Nachteil gemeinsam, nämlich, daß das Licht vom Menschen als künstliches Licht empfunden und verstanden wird. Eine Vielzahl von Halogenspots erzeugt zwar eine sehr gute Ausleuchtung bei einer Farbtemperatur, die dem natürlichen Sonnenlicht sehr nahekommt, ist aber auf zahlreiche Lichtquellen derart verteilt, daß dem Mensch jederzeit bewußt ist, daß es sich nicht um natürliches Licht handelt.

[0006] Leuchtstoffröhren dagegen erzeugen ein viel gleichmäßigeres Licht, wobei der Farbton, den diese Röhren ausstrahlen, als besonders künstlich und kalt, das heißt unnatürlich empfunden wird.

[0007] Menschen bevorzugen jedoch natürliches Licht. Das Arbeiten oder Leben in einem Raum, der nicht oder kaum mit natürlichem Licht versorgt wird, wird nur ungern hingenommen, was sich auch auf die Psy-

che, Konsumbereitschaft und Arbeitsleistung auswirkt.

[0008] Räume, die mit keinem oder wenig natürlichem Licht versorgt werden, haben außerdem den Nachteil, daß die darin lebenden oder arbeitenden Menschen kein Gefühl für den natürlichen Tagesablauf haben. So ist es insbesondere im Winter möglich, daß Menschen bei Dunkelheit einen beleuchteten Raum betreten, darin den gesamten Tag arbeiten und abends beim Verlassen des hellen Raums wieder in die Dunkelheit treten, mit dem unbefriedigenden Gefühl, daß es niemals Tag gewesen ist, bzw. der Tag verpaßt wurde. Da bekanntermaßen natürliches Licht die Psyche stärkt und sich auch positiv auf die Konsumbereitschaft und Arbeitsfähigkeit auswirkt, ist diese Situation unbefriedigend.

[0009] Aus diesem Grund wird dort, wo immer möglich, natürliches Licht durch Fenster oder Oberlichter in ein Gebäude geleitet. Dieses ist jedoch aus bautechnischer Sicht nicht immer möglich. Auch gibt es Jahreszeiten und Witterungslagen, bei denen auch der Blick aus dem Fenster wegen der trüben oder dunklen Lichtstimmung wenig erbaulich ist.

[0010] Es ist demzufolge die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Beleuchtungsanordnung für Räume zu schaffen, die die zuvor genannten Nachteile vermeidet und dabei unter anderem die Arbeitsproduktivität/das Wohlbefinden der in dem zu beleuchtendem Raum arbeitenden/lebenden Personen steigert.

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Beleuchtungsanordnung nach den entsprechenden unabhängigen Ansprüchen, sowie Verfahren zum Betrieb einer solchen Vorrichtung in den Verfahrensansprüchen. Vorteilhaft Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0012] Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung ist die Farbtemperatur und Helligkeit so einstellbar, daß in dem Raum eine derartige Farbtemperatur und Helligkeit vorherrschen, die z.B. im Freien an einem Sommertag bei gutem Wetter vorherrschen würde. Je nach Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Beleuchtungsanordnung wird unter einer "typischen Farbtemperatur und/oder Helligkeit" z.B. folgender Effekt verstanden: Beispielsweise kann die Beleuchtungsanordnung im gesamten Bereich der Decke, oder aber einen lichtschachtartigen Ausschnitt desselben umfassen. Wenn die Beleuchtungseinrichtung nun auf Sommertag eingestellt wird, dann entsteht für den im Raum befindlichen Menschen der Eindruck, daß die Decke des Raumes offen ist und den Blick auf den Himmel gestattet. Dies kann z.B. auch dadurch gesteigert werden, daß ein z.B. für die Morgen- oder Dämmerungsstimmung typischer Farbverlauf von orange nach blau an der Decke generiert wird. Auch ist es möglich, daß der Betrachter die an der Decke montierte großflächige Beleuchtungsanordnung nicht als freien Himmel, sondern als optisch-luftige Decke, beispielsweise in Gestalt eines Milchglasdaches, einer Markise oder eines Zeltes versteht und

daher glaubt, einen intensiven Kontakt zum natürlichen Licht zu spüren.

[0013] Bei einer weiteren Ausgestaltung kommt es im wesentlichen darauf an, daß in dem Raum solche Lichtverhältnisse herrschen, wie wenn natürliches Licht durch z.B. ein Fenster, ein Milchfenster oder ein Oberlicht in den Raum fluten würde. Dabei kommt es nicht darauf an, daß wie bei der direkten Sonneneinstrahlung ein Schlagschatten erzielt wird.

[0014] Die Illusion kann dadurch verstärkt werden, daß dynamische Helligkeitsschwankungen von links nach rechts auftreten, wie sie bei ziehender Bewölkung beobachtet werden. Diese Effekte können derart gestaltet sein, daß Helligkeits- oder Farbtonschwankungen lokal auf der Beleuchtungsanordnung erzeugt werden, oder aber daß - weitestgehend für den Beobachter unterbewußt bemerkbare - Intensitätsschwankungen in der gesamten Beleuchtungsanordnung vorgenommen werden. In jedem Fall, auch bei einer Kombination der genannten Effekte, entsteht für den Beobachter das Gefühl, er erlebe einen wettermäßig schönen Tag.

[0015] Daraus ergibt sich unmittelbar eine Steigerung der Arbeitsproduktivität durch gesteigertes Wohlbefinden. Dieser Effekt ist in extrem Maß dort zu beobachten, wo Menschen in einem normalerweise nicht oder schlecht mit natürlichem Licht versorgten Raum arbeiten, wie z.B. in mehrgeschossigen Großraumbüros, Kleinsträumen, Kellern und großen Einkaufszentren. Es ist außerdem bekannt, daß die Bereitschaft von Konsumenten ein Einkaufszentrum zu besuchen, in diesem zu verweilen und Umsätze zu tätigen, in dem Maße zunimmt, in dem der Eindruck vermittelt wird, daß eine lichttechnische Verbindung ins Freie besteht. Damit lassen sich auch die weniger lichttechnisch günstig gestalteten Flächen von Gebäuden intensiver und erfolgreicher nutzen.

[0016] Einem Ausführungsbeispiel zur Folge, kommt es dabei im wesentlichen darauf an, daß der Betrachter keine Anhaltspunkte dafür erhält, daß die Beleuchtungssituation keine natürliche ist. Demzufolge ist vorgesehen, daß die Beleuchtungsmittel, die die Mattscheibe ausleuchten, durch eine Mattscheibe vor den Augen der Betrachter verborgen sind, und zwar so, daß die einzelnen Beleuchtungsmittel nicht als solche erkennbar sind. Es kommt dabei darauf an, daß die Streuung und Transluzenz der Mattscheibe, deren Abstand von den Beleuchtungsmitteln und der Abstand der Beleuchtungsmittel zueinander derart abgestimmt sind, daß sich die Beleuchtungsmittel nicht auf der Mattscheibe abzeichnen. Der Betrachter würde die künstliche Beleuchtungssituation durchschauen, wenn z. B. auf der Mattscheibe verschiedene stabartige Beleuchtungsmaxima zu erkennen wären und der Beobachter daher auf eine Leuchtstoffröhre schließt.

[0017] Unter Mattscheibe wird in diesem Zusammenhang jedes Medium verstanden, welches lichtdurchlässig ist ohne durchsichtig zu sein und Licht streut. Eine Mattscheibe ist dann besonders geeignet, wenn sie ein

breites Lichtspektrum einschließlich der nahen ultravioletten und infraroten Wellenlängen durchläßt. Der nahe ultraviolette und infrarote Bereich ist der Grenzbereich zum sichtbaren Licht, dessen Existenz vom Menschen zwar irgendwie wahrgenommen wird, aber für das Auge im wesentlichen unsichtbar erscheint. Dieses besonders breite Lichtspektrum verstärkt insgesamt den Eindruck von natürlichem Licht, welches als besonders angenehm wahrgenommen wird.

[0018] Die Vorrichtung kann auch in Gestalt einer Wand oder eines Fensters ausgestaltet sein. Man kann z.B. in einer Scheinwand eine fensterartige Öffnung vorsehen und die Mattscheibe hinter dieser Öffnung befestigen, so daß sich für den davor stehenden Betrachter die Illusion eines Fensters mit Blick auf den blauen Himmel mit der entsprechenden Leuchtkraft ergibt. Für alle Illusionen, bei denen der Eindruck eines natürlichen Himmels vermittelt werden soll, kommt es darauf an, daß die Mattscheibe textur-, naht- und schmutzfrei ist. Fehlt es nämlich an Strukturen im Bereich der Mattscheibe, so vermag das Auge nicht den Abstand von der Mattscheibe abzuschätzen und es entsteht der Eindruck einer Weite, die größer ist, als der tatsächliche Abstand zur Mattscheibe.

[0019] Besonders großzügig wirkt die Vorrichtung dann, wenn sie die Größe einer vollständigen Seitenwand eines Raums einnimmt, wie z. B. eine Fenster, welches gleichsam rahmenlos an Decke, Boden und Seitenwänden abschließt.

[0020] In einer weiteren Ausgestaltung kann man die Beleuchtungsanordnung auch als Raumteiler vorsehen, entweder im Sinne einer spanischen Wand, das heißt einer Wand, die nicht bis an die Decke reicht und auch beweglich sein kann, oder auch der Gestalt, daß Beleuchtungsmittel vorgesehen sind, die zusammen mit beidseitig von ihnen vorgesehenen Mattscheiben eine raumteilende Wand ergeben. Der Vorteil einer solchen Anordnung liegt darin, daß zwei Räume gleichzeitig mit einer Vorrichtung beleuchtet werden können, was Installations-, Material- und Energiekosten einspart.

[0021] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht eine Steuerungseinrichtung für die Beleuchtungsanordnung vor, um dynamische Beleuchtungseffekte zu erzielen. Eine dynamische Steuerung im Sinne der Erfindung liegt dann vor, wenn z.B. die Helligkeit und/oder Farbtemperatur verändert wird, um einen für natürliches Licht typischen Effekt zu erzielen, wie z.B. die oben erwähnten, durch Wolkenzug verursachten Helligkeitsschwankungen, oder aber einen Tagesablauf. Unter dynamisch wird natürlich auch jede Steuerung der Beleuchtung verstanden, die einen bestimmten Effekt hervorruft, z.B. "Stimmungsfarben in Discos, in der Werbung, im Verkauf und bei Ausstellungen".

[0022] Unter dynamisch steuerbare Beleuchtungseffekte im Sinne der vorliegenden Erfindung fällt auch eine Veränderung/Wandern von Farbzonen, z.B. der Effekt der Morgendämmerung, bei der von unten kommend eine orange Zone die darüberliegende blaue Zo-

ne zunehmend nach oben verdrängt. Dynamisch steuerbar ist somit jeder Effekt, bei dem in einer zeitlichen Abfolge sich die Gesamthelligkeit, Gesamtfarbe, bzw. die Helligkeits- oder Farbverteilung f der Mattscheibe verändert.

[0023] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß die Beleuchtungsvorrichtung in dem Raum eine licht- und farbmäßige Simulation eines Tagesablaufs darstellt. Dabei sind natürlich verschiedene Witterungslagen und Jahreszeiten simulierbar. Die Simulation kann in Abhängigkeit von der jeweiligen Klimalage gewählt werden. Beispielsweise kann während der kurzen, dunklen Novembertage der Tagesablauf eines sonnigen Novembertages simuliert werden, um das Zeitgefühl nicht zu irritieren. Umgekehrt kann es auch zweckmäßig sein, in Ländern und zu Zeiten warmen Klimas die Witterungslage "dichte Bewölkung" zu simulieren. Dichte Bewölkung ist gekennzeichnet dadurch, daß es später hell wird, das Licht einen grauen Eindruck macht, und während des Tages keine ausgeprägten Helligkeitsmaxima durch die hochstehende Sonne erkennbar sind. Die Jahreszeiten unterscheiden sich im wesentlichen durch den Sonnenhöchststand, der die Farbtemperatur beeinflusst, die Tageslänge und die Dauer der Dämmerung.

[0024] Um das Zeitgefühl der derart beleuchteten Personen nicht zu irritieren, sieht eine Ausgestaltung der Erfindung vor, daß die Vorrichtung synchron zu dem natürlichen Tageslauf eingestellt ist. Personen in einem Kellerraum erfahren dadurch den Tag so, als wenn sie draußen wären und können damit ihre innere Uhr auf den Tag synchronisieren. Der natürliche Tageslauf wird dabei entweder uhrzeitmäßig, das heißt theoretisch ermittelt oder anhand der im Freien tatsächlich vorliegenden Helligkeitswerte. Letzteres ermöglicht Personen das widerspruchsfreie Verlassen oder Betreten des beleuchteten Raumes. Dies wird anhand folgendem Beispiel deutlich:

[0025] Bei sehr schlechtem Wetter kann es passieren, daß es um fünf Uhr Nachmittags draußen fast dunkel ist, während bei wolkenlosem Himmel eine vergleichbare Dunkelheit erst sehr viel später gegen halb sieben vorherrschen würde. Wird in dem erfindungsgemäß beleuchteten Raum ein Schönwettertag uhrzeitmäßig simuliert, so verläßt die darin beschäftigte Person um fünf Uhr den Raum im Glauben, es sei noch hell und tritt schlagartig ins dunkle Freie. Dies jedoch zerstört seine Illusion, zuvor dem natürlichen Licht ausgesetzt gewesen zu sein. Orientiert sich der erfindungsgemäße simulierte Tagesablauf dagegen an der draußen tatsächlich vorherrschenden Helligkeit, so erlebt man im Raum einen, zwar gegenüber der tatsächlichen theoretischen Tageslänge verkürzten Tag, diesen Tag aber dafür wesentlich heller, z. B. mit Sonnenschein. Daraus ergeben sich die bereits genannten vorteilhaften Wirkungen für die beleuchteten Personen.

[0026] Ein weitere Gedanke der Erfindung ist es, daß ein fiktiver Tagesablauf, z.B. für Nachtarbeiter erzeugt

wird, der versetzt oder zeitlich gedehnt, das heißt verkürzt oder verlängert, gegenüber dem natürlichen Tag sein kann. Personen, die einen Arbeitsalltag haben, der in die natürliche Schlafphase des Menschen fällt, spüren dabei die aufmunternde Wirkung des natürlichen Tageslichts. Besonders vorteilhaft ist es daher, wenn der simulierte Tag gegen Schichtende zunehmend dunkel wird, wobei die Illusion dann besonders gelungen ist, wenn zu diesem Zeitpunkt zusätzlich offensichtlich künstliche Beleuchtung, wie beispielsweise Schreibtischlampen, angeschaltet werden. Dadurch wird bei den Personen gegen Ende der Arbeitszeit die Ruhephase lichttechnisch eingeleitet.

[0027] Die erfindungsgemäße Beleuchtungsvorrichtung erzeugt das natürlich anmutende, dynamisch veränderbare Licht durch eine Vielzahl von farbigen Lichtquellen, wobei auf die Farbenlehre verwiesen werden kann. Es ist daher vollständig ausreichend, wenn diese Lichtquellen in ihrer Intensität, das heißt Helligkeit beeinflussbar sind. Farbige Lichtquellen sind zum einen solche, die in bestimmten Farben wie z.B. rot, gelb, blau strahlen, aber auch die Farben weiß, sowie Leuchtmittel, die aus den oben dargelegten Gründen Infrarot- und Ultraviolett-Anteile aufweisen. Obwohl es natürlich möglich ist, jede einzelne Lichtquelle einzeln in ihre Intensität anzusteuern, ist es kostenmäßig günstiger, die einzelnen Lichtquellen gruppenweise zusammenzufassen und gemeinsam zu regeln. Dies verringert zum einen den apparativen Aufwand und senkt den Energieverbrauch, da die Blind- und Leerlaufleistung nur einmal aufzubringen ist. In einem einfachen Fall, umfaßt die Beleuchtungsvorrichtung drei verschiedenfarbige Leuchtmittel, die in ihrer Intensität erfindungsgemäß fest aufeinander abgestimmt sind. Um diese Beleuchtung in ihrer Intensität, das heißt Helligkeit zu beeinflussen, reicht es aus, ein einziges Steuersignal für alle Leuchtmittel gleichzeitig zu geben.

[0028] In einer anderen Ausgestaltung faßt man z.B. alle Leuchtmittel der Farbe "Rot" zusammen und beeinflusst diese gemeinsam in ihrer Intensität. Bei der zuvor genannten Vorrichtung mit nur drei Farben, aber einem Vielfachen an Leuchtquellen, sind also nur drei Steuersignale ausreichend, um die Vorrichtung in Farbtemperatur und Helligkeit zu regeln.

[0029] In einer Ausgestaltung sind Leuchtstoffröhren als Leuchtquellen vorgesehen, da sie einen hohen Wirkungsgrad von Lichtausbeute zu Energiezufuhr haben. Elektronische Vorschaltgeräte ermöglichen die Helligkeitsregelung der Leuchtstoffröhren ("dimmen"), wobei Material- und Energiekosten eingespart werden können, wenn mehrere Leuchtstoffröhren von einem elektrischen Vorschaltgerät (EVG) angesteuert werden. Elektronische Vorschaltgeräte speisen die Leuchtstoffröhren mit Strom und sind z.B. über ein seriellles Datensignal zur Regelung der Helligkeit der angeschlossenen Leuchtstoffröhren, steuerbar. Die Erfindung betrifft ferner ein neuartiges EVG, welches später an Hand der Fig. 5 und 6 erläutert wird.

[0030] Es wäre möglich, in der Vorrichtung Leuchtmittel mit beliebig vielen Farben zu verwenden. Dagegen sprechen jedoch die Kosten und die zu erzielende homogene Ausleuchtung der Mattscheibe. Theoretisch wären Leuchtmittel der Farben Rot, Gelb und Blau ausreichend zur additiven Farbmischung aller Farbtöne. Um jedoch eine gute Ausleuchtung des Raumes zu erzielen, ist es notwenig auch neutrale (weiße) Leuchtmittel vorzusehen. Unter der Farbe Weiß werden alle denkbaren Weißtöne verstanden, also auch die sogenannten Warmtöne, die einen gewissen Anteil Rot, Braun aufweisen.

[0031] Bei der Verwendung von Warmtonleuchtmitteln ergibt sich in einer weiteren Ausgestaltung die Möglichkeit, Leuchtmittel der Farbe Rot einzusparen, so daß nur noch die Farben Gelb, Blau und Warmton-Weiß benötigt werden. Da Warmton-Weiß einen gewissen Rot-Anteil hat, ist es innerhalb gewisser Grenzen auch möglich, Rottöne zu erzeugen, die jedoch weniger intensiv sind. Ein strahlendes Weiß ergibt sich aus der additiven Mischung von Warmton-Weiß mit einem Anteil blau. Bei der zuletzt genannten Ausführung lassen sich Energie- und Materialkosten einsparen und außerdem benötigt die Beleuchtungsvorrichtung nur noch eine geringere Einbautiefe, da räumlich zwischen zwei Leuchtmitteln der gleichen Farbe nur noch Leuchtmittel mit zwei anderen Farben benötigt werden. Denn dadurch, daß nunmehr die Leuchtmittel gleicher Farben dichter beieinander liegen, kann die Mattscheibe näher an die Beleuchtungsmittel heranrücken, ohne daß die Ausleuchtung auf der Mattscheibe inhomogen wird.

[0032] In einer Abwandlung der Erfindung sind die gleichfarbigen Leuchtquellen, beispielsweise Leuchtstoffröhren, zeilenartig angeordnet. Dabei kann es ausreichend sein, eine Zeile als Ganzes mit einem Ansteuersignal in ihrer Helligkeit zu beeinflussen. Je nach Länge der Zeile können dabei entweder zwei Leuchtstoffröhren durch ein Vorschaltgerät betrieben werden, oder auch zwei Vorschaltgeräte zum Betrieb von vier Leuchtstoffröhren mit einem einzigen Signal angesteuert werden. Dadurch sinkt der Aufwand bei der Verarbeitung von Steuersignalen.

[0033] Da die Einbautiefe der Beleuchtungsvorrichtung mit zunehmenden Abstand gleichfarbiger Beleuchtungsmittel zueinander steigt, ist es besonders platzökonomisch, verschiedene Zeilen von Leuchtmitteln parallel zueinander verlaufen zu lassen.

[0034] Bei einer Ausgestaltung der Erfindung mit Leuchtstoffröhren ergibt sich das Problem, daß zwei Leuchtstoffröhren gleicher Farbe nicht entlang ihrer Längsrichtung in einer Reihe montierbar sind, ohne daß im Kontaktbereich der beiden Röhren auf der Mattscheibe Inhomogenitäten entstehen. Dies hängt damit zusammen, daß die beiden Enden einer Leuchtstoffröhre (Köpfe) auf einer Länge von ca. 5 cm weniger Licht geben, als der übrige Teil der Leuchtstoffröhre. Außerdem beansprucht das für die elektrische Verbindung der Leuchtstoffröhre vorgesehene Kontaktelement einen

gewissen Raum, ohne selber Licht auszustrahlen. Daher bildet sich bei zwei in einer Reihe liegenden Leuchtstoffröhren im Kopfbereich ein ungefähr 10 cm langer dunklerer Bereich. Das kann verhindert werden, wenn die beiden Köpfe der benachbarten Röhren nicht mit ihren Stirnseiten gegeneinander stoßen, sondern beide Leuchtstoffröhren seitlich zueinander versetzt angeordnet sind und der rechte Kopf der linken Leuchtstoffröhre seitlich neben dem linken Kopf der rechten Leuchtstoffröhre zum liegen kommt, wobei z.B. eine Überlappung von ca. 10 cm bei Leuchtstoffröhren vom Typ TLD 58 W ausreichend sind, um eine inhomogene Ausleuchtung einer ca 20 bis 40 cm entfernten Mattscheibe zu verhindern.

[0035] Leuchtmittel sind im Sinne der Erfindung dann zu gleichen Teilen vorgesehen, wenn die einzelnen Farben derart vertreten sind, daß in der additiven Lichtwirkung das gesamte Farbspektrum darstellbar ist, das heißt z.B. keine Übergewichtung der Farbe Rot derart vorliegt, daß z.B. Die Farbe Gelb in vergleichbarer Intensität gar nicht darstellbar ist.

[0036] Eine weitere Ausgestaltung sieht ein Gehäuse vor, in dem die Beleuchtungsmittel verborgen sind und die Mattscheibe derartig mit dem seitlichen Rand des Gehäuses verbunden ist, daß fast die gesamte von außen sichtbare Fläche der Mattscheibe von dem Beleuchtungsmittel angestrahlt wird. Dies ist dann der Fall, wenn das Gehäuse im Bereich der Mattscheibe sehr dünnwandig ist und auch im Inneren des Gehäuses keine Hindernisse oder Ausgestaltungen vorliegen, welche die Homogenität des Lichts auf der Mattscheibe negativ beeinflussen. Eine solche Ausgestaltung wirkt besonders ästhetisch und vermittelt den gewünschten Eindruck einer Öffnung ins Freie.

[0037] Grundsätzlich eignen sich als Mattscheibe alle Materialien mit den zuvor genannten lichttechnischen Eigenschaften, wie z.B. Milchglas und streuendes (milchiges) Plexiglas. Diese Materialien sind jedoch teuer, schwer und nur in bestimmten Größen herstellbar. Vorteile bieten hier Folien, die beispielsweise als Endlosbahn auf einer Rolle geliefert werden können. Damit sind auch sehr großflächige Beleuchtungen zu realisieren. Wenn die Folie nahtlos ist, dann ist die Tiefenwirkung einer großflächigen erfindungsgemäßen Beleuchtung besonders groß, da der darauf blickende Betrachter auf dieser keine Anhaltspunkte für deren Entfernung hat, Aber auch miteinander verschweißte, z.B. durch Hochfrequenzschweißen, Folienbahnen haben einen Vorteil gegenüber Plexiglasflächen, deren Fugestellen wegen der Lichtbrechung an den dickeren Kanten des Materials als störender empfunden werden.

[0038] In diesem Sinne ist eine aus nahtfreiem miteinander verbundenen Folien bestehende Mattscheibe besonders vorteilhaft. Unter nahtfrei wird hier eine Verbindung verstanden, bei der das Auge auf der beleuchteten und unbeleuchteten Folie die Fugestellen kaum wahrnimmt.

[0039] Im Ausführungsbeispiel wird als Folie ein Pro-

dukt aus transluzentem Kunststoff, vorzugsweise PVC eingesetzt, dessen Dicke 0,25 mm nicht übersteigt. Derartige Folien sind flexibel und können um ca. 2 bis 6 % durch Spannen ausgedehnt werden ohne zu zerreißen, was für das Aufspannen beispielsweise an einem Rahmen, nützlich ist. Das Aufspannen verhindert eine wellige oder sogar faltige Oberfläche. Die Folie unterscheidet sich von Glas auch dadurch, daß sie transluzent, aber nicht durchsichtig ausgebildet ist, so daß dem Betrachter zum einen bei ausgeschalteter Beleuchtung der innere Aufbau der Beleuchtung verborgen bleibt, während bei eingeschalteter Beleuchtung die Folie ein breites Lichtspektrum einschließlich der ultravioletten und infraroten Wellenlängen im Grenzbereich zum sichtbaren Licht transmittiert, wobei die Konturen der eingesetzten Lichtquellen für den Betrachter nicht sichtbar sind. Ein breites Lichtspektrum ist für den Eindruck von natürlichem Licht besonders wichtig.

[0040] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die Mattscheibe bzw. die Folie derart beschaffen, daß UV-Strahlung unter 380 nm herausgefiltert wird und damit eine Ausbleichung empfindlicher Materialien im Raum, sowie vorzeitige Alterung verhindert wird.

[0041] In einer bevorzugten Ausgestaltung wird durch die Mattscheibe ein Raumteil von einem Raum abgetrennt, wobei der Teilraum das Gehäuse für die Beleuchtungsmittel darstellt. Dabei reduziert sich der Materialaufwand zur Herstellung einer besonders großflächigen Beleuchtung, da die Decken und Wände des Raumes beispielsweise über Schienen, die mit einem umlaufenden Keder ausgestattete Mattscheibe in Gestalt einer Folie aufnehmen. Dieses Ausführungsbeispiel wird in Zusammenhang mit den Zeichnungen ausführlich erläutert.

[0042] Wie weiter oben erwähnt, ist es vorteilhaft, wenn die Mattscheibe texturfrei ist. Leider werden Insekten im besonderen Maße von Licht angezogen. Verfärbungen durch Staub, Dreck und Insekten auf der Innenseite der Mattscheibe werden dadurch verhindert, daß die Vorrichtung nach außen hin staub- und insektenfrei abgedichtet ist. Dies kann z.B. durch eine umlaufende dichte Verbindung in Gestalt eines Keders, der in die Befestigungsschienen eingehängt ist, geschehen.

[0043] Nach einem erfindungsgemäßen Verfahren kann die Beleuchtungsvorrichtung dazu genutzt werden, um z.B. in einen Kellerraum die im Freien gemessenen Helligkeitswerte zu simulieren, um die Tageslänge zu bestimmen und die Beleuchtung einfach nur in Abhängigkeit der Tageslänge zu regeln.

[0044] Schließlich ist es einem weiteren Verfahren nach vorgesehen, bei einem beispielsweise teilweise mit natürlichem Licht ausgeleuchteten Raum das Raumlicht zu messen und mittels der Beleuchtungsvorrichtung additiv das Licht dazuzugeben, welches notwendig ist um einen der zuvor beschriebenen, erfindungsgemäßen Lichteffekte zu erzielen.

[0045] Im folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren eingehend erläutert, und zwar zeigt

- Fig. 1 eine Prinzipskizze einer in einem Raum installierten Ausführung der Erfindung,
 Fig. 2 die Anordnung von Leuchtmitteln vor dem Mattscheibe als Prinzipskizze,
 5 Fig. 3 eine aus Leuchtstoffröhren gleicher Farbe gebildete Zeile als Prinzipskizze,
 Fig. 4 einen Schnitt durch eine an einer Decke befestigten Schiene zum Befestigen der als Mattscheibe dienenden Folie,
 10 Fig. 5A - 5B verschiedene erfindungsgemäße Schaltungen mit verschiedenen EVG und
 Fig. 6 eine Prinzipskizze eines erfindungsgemäßen EVG.

[0046] In einem mit natürlichem Licht nur wenig ausgeleuchteten Raum 1, beispielsweise ein Keller oder Innenraum ohne natürliche Beleuchtung, ist eine transluzente, weiße PVC-Folie 20 mit einer Wandstärke von 0,2 mm parallel zur linken Seitenwand in einem Abstand von ca. 60 bis 80 cm aufgespannt, die an Boden, Decke und den nicht dargestellten Seitenwänden an einer Schiene 21 befestigt ist. In dem zwischen linker Seitenwand des Raums und PVC-Folie aufgespannten Raum sind von oben nach unten mehrere Zeilen von Leuchtmitteln in Gestalt von Leuchtstoffröhren R, G, B, W angeordnet, wobei deren Anordnung unter Fig. 3 näher erläutert werden wird.

[0047] Abweichend von der in Fig. 1 dargestellten Prinzipskizze sind von oben nach unten nicht nur eine Leuchtstoffröhrenfolge Rot, Gelb, Blau, Weiß R,G,B,W vorgesehen, sondern mehrere dieser Folgen, vorzugsweise vier bis fünf Folgen F. Um einerseits auf der Folie 20 eine ausreichende Leuchtdichte zu erzielen und andererseits die Einbautiefe d möglichst gering zu halten, sollten die einzelnen Röhren R, G, B, W so dicht nebeneinander montiert sein, daß sie sich fast berühren. Das in Fig. 1 gezeigte Ausführungsbeispiel geht vereinfachend jedoch nur von einer Folge F von Leuchtstoffröhren aus.

[0048] Jede Zeile der Leuchtstoffröhren wird durch ein Signal 16 in seiner Helligkeit beeinflusst. Die Addition der Intensitäten der Leuchtstoffröhren R, G, B, W auf der Mattscheibe ergibt dann den gewünschten Farbwert. Eine dafür vorgesehene, mit den Leuchtstoffröhren verbundene Steuerung 15 übernimmt die Erzeugung der einzelnen Signale 16. Es ist beispielsweise möglich, gewisse Farbwerte, die die Beleuchtungsvorrichtung 3 erzielen soll, manuell über eine Eingabeeinheit M beim Steuergerät einzugeben, wie z.B. RAL-Farbtöne. Alternativ ist das über die Eingabeeinheit M das Komponieren und Abspielen sogenannter synthetischer Sequenzen, das heißt solcher, die nicht dem natürlichen Ablauf des Tageslichts entnommen sind, möglich. Ein Beispiel ist das zeitliche Durchlaufen aller Regenbogenfarben. Die beiden zuvor genannten Betriebsarten eignen sich besonders für Bühneneffekte, Verkaufsdiskplays oder repräsentative Eingangsbereiche von Unter-

nehmen. Intensive Farben wirken auf die Psyche der Menschen, was auch in der Verkaufsförderung Verwendung findet.

[0049] Wenn von oben nach unten mehrere Folgen F von Röhren R, G, B, W vorgesehen sind, wobei das Steuergerät 15 jede Zeile einer bestimmten Farbe jeweils unterschiedlich ansteuern kann, dann sind auch Farbverläufe vertikal von oben nach unten realisierbar, beispielsweise orange im unteren Bereich, gelb im mittleren und blau im oberen Bereich der Folie 20. Derartige Verläufe sind dann auch dynamisch steuerbar, das heißt sie wandern scheinbar von oben nach unten über die Folie. Die Ausrichtung der Leuchtmittel sind beliebig, d. h. erfindungsgemäß sind die Begriffe "horizontal" und "vertikal" nur relativ zueinander zu verstehen.

[0050] Die Beleuchtungsvorrichtung 3 kann auch über das Steuergerät 15 so angesteuert werden, daß beleuchtungstechnisch die Helligkeit und Farbtemperatur eines Tagesablaufs simuliert werden, z.B. in Abhängigkeit der Uhrzeit, was durch die uhrzeitmäßige Steuerung 14 dargestellt wird. Dabei ist es möglich die natürliche Tageslänge, oder jede andere Tageslänge, beispielsweise einen Sommertag im Winter, zu simulieren.

[0051] Weitere interessante Aspekte ergeben sich, wenn ein Außensensor 12 mit dem Steuergerät 15 verbunden ist. Dieser kann genutzt werden, um die Farbtemperatur und Helligkeit im Freien zu messen und über das Steuergerät 15 der Beleuchtung 3 so einzustellen, daß beispielsweise in einem Kellerraum ähnliche Licht Verhältnisse wie draußen vorherrschen oder der Eindruck eines Fenster nach Draußen simuliert wird.

[0052] In einer Abwandlung kann das Signal 12 auch lediglich als Tag-Anfang- bzw. Tag-Ende-Signal verwendet werden, beispielsweise um an einem nebligen Novembertag im Inneren des Gebäudes einen synchron dazu verlaufenden Sonnentag zu simulieren. Durch diese Synchronisation wird die Illusion des natürlichen Lichts noch glaubhafter, da die Personen, die den Raum verlassen, nicht mit einer der Simulation vollkommen widersprechenden natürlichen Situation (Dunkelheit) überrascht werden. In warmen Gebieten oder Jahreszeiten ist es umgekehrt auch möglich den Raum mit kühlem Novemberlicht auszuleuchten.

[0053] Schließlich kann auch im Inneren des zu beleuchtenden Raums ein Sensor 13 postiert sein, der gleichwirkend dem Sensor 12 funktioniert. Dieser übermittelt die im Raum vorherrschenden Beleuchtungsverhältnisse an die Steuerung, die im Wege eines Soll-/Ist-Vergleichs die Beleuchtung 3 derartig regelt, daß ein zu erzielender Beleuchtungseffekt im Raum 1 vorherrscht. Ein Anwendungsbeispiel dafür sind Räume, die eine gewisse natürliche Lichteinstrahlung erhalten, diese aber nicht ausreichend ist, wie z. B. Räume mit kleinem Fenster oder dunkle Wolken. Der Sensor 13 ist auch da sinnvoll, wo beispielsweise die Arbeitsplätze oder Verkaufsflächen aus technischem oder ästhetischem Grund eine künstliche Beleuchtung benötigen, beispielsweise

Spots. Auch in diesem Fall regelt die Steuerung 15 die Beleuchtung 3 so, daß sich im Raum 1 insgesamt, d. h. additiv die gewünschte Beleuchtungssituation ergibt. Schließlich ist es denkbar, den Sensor 13 in Räumen mit einer an für sich ausreichenden Fensterfläche, das heißt natürlicher Beleuchtung, einzusetzen, wenn die natürliche Beleuchtungssituation auf die Stimmung drückt, z.B. langanhaltende dichte Bewölkung mit Regen. Auch hier kann die Steuerung 15 die Beleuchtung 3 so einstellen, daß insgesamt im Inneren des Raumes ein angenehmeres Lichtklima herrscht.

[0054] In allen Fällen hilft das Ausführungsbeispiel aus Fig. 1 und stärkt das Wohlbefinden und die Arbeitsleistung bzw. Konsumfreudigkeit der darin befindlichen Personen. Es fällt den Betroffenen Personen leichter, sich lange in dem Raum aufzuhalten.

[0055] Dank ihres äußerst geringen Eigengewichts lassen sich insbesondere beim Einsatz von speziellen, preiswerten und leichten Klemmpfählen oder -schienen 21 (Fig. 4) mit Folien die gesamte Decke eines beliebig großen Raumes in eine einzige Leuchte verwandeln - die gesamte Decke des Raumes wird zu einer einzigen, großen Leuchtoberfläche. Es lassen sich komplizierteste Grundrisse realisieren, selbst im Raum befindliche Säulen stellen kein Hindernis dar. Die bisher unvermeidliche »Rasterwirkung« herkömmlicher Lichtdecken aus risterelementartigen Einzelleuchteneinheiten ist daher nicht mehr zwingendes Gestaltungsmerkmal. Durch die Installation zwischen Decke und Boden lassen sich auch auf einfache Weise auch Lichtwände herstellen.

[0056] Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Beleuchtungsvorrichtung mit zwei Folgen F, F' von zeilenartig angeordneten Leuchtstoffröhren W, R, G, B bzw. W', R', G', B'. Um die Illusion des natürlichen Lichts nicht zu gefährden, ist es nötig, daß auf der Mattscheibe 20 keine Helligkeitsmaxima entstehen, die dem Beobachter Aufschluß darauf geben können, daß unter dieser Mattscheibe Leuchtstoffröhren verborgen sind. Dabei sind drei Parameter entscheidend, nämlich die Transluzenz der Folie 20, der Abstand d zwischen Leuchtenoberfläche und Folie sowie der Abstand a zweier benachbarter Zeilen von Leuchtstoffröhren der gleichen Farbe, z. B. W, W'. Grundsätzlich kann a um so größer gewählt werden, je größer d ist. Im Interesse einer geringen Bautiefe (Materialkosten, Raumverbrauch) und einer ansprechenden Leuchtdichte der Vorrichtung, wird man den Abstand a so klein wie möglich wählen, das heißt günstigstenfalls den vierfachen Durchmesser einer Leuchtstoffröhre, wenn die Leuchtstoffröhren unmittelbar nebeneinander liegen. Aus thermischen Gründen und mit Hinblick auf die in Fig. 3 näher erläuterte besondere zeilenartige Anordnung der Röhren, ist dies jedoch nicht immer möglich. Daher beträgt z. B. bei Leuchtstoffröhren vom Typ TLD 58 W der Abstand der Mittelachsen der Röhren typischerweise 20 bis 30 cm bei einem Abstand d der Leuchtmittellebene von der Mattscheibe von 20 bis 40 cm.

[0057] Die Vorrichtung läßt sich dann preiswerter bauen, wenn die Röhren gleicher Farbe (z. B. W, W'), aber unterschiedlicher Folge F, F' gemeinsam angesteuert werden. Dies geht jedoch zu Lasten der Beleuchtungseffekte, da in diesem Fall kein Farbverlauf über die Fläche der Folie 20 erzielbar ist.

[0058] Fig. 3 erläutert schließlich eine erfindungsgemäße vorteilhafte zeilenmäßige Anordnung von Leuchtstoffröhren gleicher Farbe. Leuchtstoffröhren haben an ihren äußeren Enden einen Kopfbereich 18 mit geringerer Leuchtintensität als der dazwischenliegende Bereich.

[0059] Außerdem ist im Kopfbereich 18 ein elektrisches Kontaktelement 17 vorgesehen. Es verbietet sich daher, die Leuchtstoffröhren entlang ihrer Längsachse hintereinanderliegend anzuordnen, da dann die Mattscheibe im Bereich der beiden aneinanderstoßenden Köpfe 18 dunkler, das heißt inhomogen ausgeleuchtet wäre. Diesem kann dadurch begegnet werden, daß die Röhren wie in Fig. 3 dargestellt, im Kopfbereich entlang der Zeilenachse Z versetzt zueinander angeordnet sind, wobei die zueinander benachbarten Köpfe 17, 18 zweier Röhren R1, R2 gleicher Farbe sich um einen Bereich L überlappen. Die Helligkeiten der beiden im Kopfbereich 18 dunkleren Zonen addieren sich damit leuchtstärkenmäßig, so daß sich auch im gemeinsamen Kopfbereich eine Helligkeit wie im Bereich der übrigen Röhre ergibt. Vorzugsweise liegen die Köpfe der benachbarten Röhren seitlich aneinander.

[0060] Die Erfindung betrifft außerdem, insbesondere als Komponente für die beschriebene Beleuchtungsvorrichtung, eine bedruckte Folie, sowie ein Verfahren zum Aufspannen derselben.

[0061] Es ergeben sich weitere Vorteile, wenn die als Mattscheibe verwendete Folie 20 bedruckt ist.

[0062] Plakate, sowie Großflächenplakate sind bekannte Werbemittel, bei denen eine meist auf Papier gedruckte Werbebotschaft auf eine Fläche geklebt oder gespannt wird. Zur besseren Lesbarkeit oder um Aufmerksamkeit zu wecken, werden derartige Plakate häufig von der Vorderseite oder Seite angestrahlt. Diese Form der Beleuchtung bringt verschiedene Nachteile für die Optik mit sich, insbesondere führt das Papier, welches häufig nicht frei von Verwerfungen ist, zu störenden Lichtreflexen, die von der Beleuchtung stammen und außerdem wird die Oberflächenstruktur oder Welligkeit des Papiers sichtbar. Darüber hinaus empfindet der Betrachter hintergrundbeleuchtete Objekte als intensiver und widmet Ihnen mehr Aufmerksamkeit. Daher ist es beispielsweise an Bushaltestellen und in der Stadtwerbung üblich, beleuchtete Kästen vorzusehen, in deren Inneren eine hinterleuchtete Werbebotschaft auf bedrucktem Papier zwischen Glas bzw. Plexiglas eingespannt ist. Demzufolge ist neben einem steifen Rahmen auch ein Diffusor (zum Beispiel Milchglas) und eine Abdeckscheibe aus Plexiglas oder Glas in Größe der Werbebotschaft vorgesehen. Eine derartig Vorrichtung wird dadurch schwer und für den Transport un-

handlich. Der statisch komplizierte und aufwendige Aufbau macht die Erstellung größerer Flächen, von zum Beispiel 10 x 10 m, transporttechnisch und statisch unmöglich. Dies gilt sowohl für hinter einer Glasfläche aufgespannte Plakate, als auch für bedrucktes Plexiglas oder bedruckte Glasflächen.

[0063] Es ist ferner bekannt, zu Zwecken der Werbung eine aufgerollte, bedruckte Folie mit mehreren Motiven, zum Beispiel Werbungen, bildweise über eine hinterleuchtete, matte Fläche laufen zu lassen, Nachteil dieser sogenannten Wechselwerbung ist, daß die bedruckte Folie nicht falten- oder wellenfrei ist, da sie nicht in alle Richtungen unter Eigenspannung gesetzt wird, insbesondere zur Seite. Daraus ergeben sich die zuvor genannten Nachteile und die Folie wird als unansehnlich empfunden.

[0064] Es ist demzufolge die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die zuvor genannten Nachteile zu vermeiden und Kosten zu senken.

[0065] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Folie nach den entsprechenden unabhängigen Ansprüchen, sowie Verfahren zum Aufspannen derselben. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0066] Die erfindungsgemäß bedruckte und in einem Rahmen aufgespannte Folie ermöglicht größere hinterleuchtete Werbeflächen. Diese können insbesondere statisch einfacher und leichter ausgelegt werden. Eine aufgespannte Folie muß nicht durch optisch störende Zwischenstreben gehalten werden. Die bedruckte Folie mit einer Werbebotschaft ist wegen ihrer falt- oder rollbarkeit transportabel und einfacher zu handhaben und weist ein geringeres Gewicht als zum Beispiel Glas oder Plexiglasflächen vergleichbarer Größe auf. Es ist daher der wiederholte Auf- und Abbau erleichtert und saisonal wiederkehrende Dekorationen (Weihnachten, etc.) sind möglich. Dadurch, daß die hinterleuchtete Werbefläche besonders groß gestaltet werden kann, kann diese eine Doppelfunktion ausüben, nämlich die Beleuchtung eines Raumes durch die Werbebotschaft. Im Extremfall ist die gesamte Werbefläche zugleich die Beleuchtung für einen Raum. Die Farbe der Werbefläche bzw. deren vorherrschender Farbton wirkt wiederum unmittelbar auf die Stimmung der in dem Raum befindlichen Personen. Es ist ein Ziel von Werbung, die Stimmung der Zielgruppe zu beeinflussen.

[0067] Es ist ferner möglich, eine neuartige Form der Werbung zu praktizieren, bei der die unbedruckte Folie zum Beispiel eine über eine gesamte Wand verlaufende Großflächenleuchte der zuvor beschriebenen Art bildet und nur ein vergleichsweise kleiner Ausschnitt durch Bedrucken für Werbung genutzt wird. Die Werbung steht gleichsam frei im Raum, der durch die unbedruckte Folie gleichmäßig ausgeleuchtet wird. Es wurde bereits beschrieben, daß die Entfernung zu einer, durch eine Großflächenleuchte gebildeten Wand, für den Betrachter schwer abschätzbar ist. Je nach Intensität der Beleuchtung merkt der Betrachter überhaupt nicht, daß

die Werbung hinterleuchtet ist.

[0068] Das Bedrucken der Folie ermöglicht darüber hinaus Großflächenleuchten mit weniger Leuchtmitteln, die dafür steuerungstechnisch und materialmäßig kostengünstig in einem größeren Abstand angeordnet sein können, wenn die Folie durch Bedrucken lokal unterschiedliche Transparenzen aufweist. Helligkeitsunterschiede auf der Folie, die durch unterschiedliche Abstände zu den Leuchtmitteln herrühren, können dadurch ausgeglichen werden. Stellen, an denen zum Beispiel das hinter der Folie angeordnete Leuchtmittel sich durch vermehrte Helligkeit abzuzeichnen scheint, werden einfach entsprechend bedruckt, sodaß für den Betrachter eine scheinbar gleichmäßige Ausleuchtung der Folie erreicht wird.

[0069] Vorteilhafterweise hat die als Mattscheibe bzw. Diffusor für eine Großflächenleuchte dienende Folie, bzw. die zu bedruckende Folie, die folgenden Eigenschaften:

[0070] Die Transmission, das heißt das in den zu beleuchtenden Raum durchgelassene Licht sollte 60 bis 80 % betragen. Der Transmissionsgrad sollte gleichmäßig über alle Wellenlängen des sichtbaren Lichts sein und eine Farbveränderung bei der Transmission bewirken. Daher sind insbesondere opake, das heißt farblich neutrale Folien zu bevorzugen. Bei gegebener Transmission ist eine hohe Lichtstreuung zu bevorzugen. Je größer die Lichtstreuung, umso schwerer ist ein hinter der Folie verstecktes Beleuchtungsmittel in Form von Helligkeitsmaxima erkennbar. Da die Folie ständig dem Licht und der Wärme der Beleuchtungsquelle ausgesetzt ist, muss die Folie Wärme- und UV-beständig sein, um ein langlebiges, gut wartbares Produkt zu erhalten. Bei einer nicht dauerhaft wärmebeständigen Folie tritt u. a. Weichmacherwanderung auf, das heißt die Folie wird brüchig.

[0071] Um die Folie bei Großflächenleuchten bzw. Werbemitteln in Gebäuden einsetzen zu können, sind diese schwer entflammbar, zum Beispiel entsprechend der Brandschutzklasse B1, sowie schwach qualmend (Q1Ö, Norm 3800).

[0072] Großflächenleuchten bzw. Werbemittel ermöglichen darüber hinaus eine Schalldämpfung in Räumen. Große Werbeflächen oder Leuchten konventioneller Art, beispielsweise mit einer Plexiglas oder Glasscheibe verschlechtern die Akustik eines Raumes, da sie wegen ihrer großen glatten Fläche Echos bilden bzw. durch Schallwellen angeregt werden, wodurch Klirr- und Scheppergeräusche entstehen können.

[0073] Erfindungsgemäß kann die Nachhallzeit insbesondere im tiefen und mittleren Frequenzbereich reduziert werden, das heißt die Sprachverständlichkeit wird erheblich verbessert. Daraus ergibt sich eine Verbesserung der Raumakustik besonders in großen Räumen mit Publikumsverkehr oder lärmintensiven Umgebungen. Die beschriebene Folie, die natürlich auch mit einem Dekor bedruckt als nichtdurchleuchtete Wand- oder Deckenverkleidung verwendet werden kann, erfüllt

drei Aufgaben zugleich: sie dient als Diffusor und beleuchtet daher den Raum gleichmäßig, sie trägt einen hintergrundbeleuchteten Aufdruck, der zum Beispiel als Werbebotschaft dienen kann und dient schließlich der Verbesserung der Akustik des Raumes. Bei lichtundurchlässigen Folien entfällt die Beleuchtungsfunktion.

[0074] Die in einem Rahmen aufgespannte Folie ist unter Eigenspannungen gesetzt, wodurch die Folie ohne Verwerfungen und Falten aufgespannt ist. Es werden unter Wärme oder Druck verformbare Folien benötigt, um die Folie langfristig gespannt zu halten. Eine Folie, die in der Herstellung kalandriert wird, das heißt Längs- und Querspannung in das Material eingebracht erhält, wobei sich nach dem Aufspannen die Spannungen über mehrere Jahre abbauen und somit die Folie automatisch nachspannen, vermeidet ein Durchhängen der Fläche. Zum Bedrucken sind daher sämtliche Druckverfahren, die in mehrere Arbeitsschritten verschiedenfarbige Raster aufbringen ungeeignet, da die Positioniergenauigkeit beim zweiten oder dritten Druckdurchgang nicht genau genug ist. Es käme wegen der Verformbarkeit zu Verschiebungen, durch die die verschiedenfarbigen Rasterpunkte ungünstigstenfalls übereinander statt nebeneinander gedruckt werden. Für das Bedrucken der Folie kommen insbesondere Plotter, Thermosublimationsdrucker oder Tintenstrahldrucker, insbesondere solche mit UV-beständiger, sogenannter pigmentierter Farbe, in Betracht. Es wird also in nur einem Arbeitsgang ein fertiges Bild mit mindestens 2 Farben gedruckt.

[0075] Die Geräte für die zuvor genannten Druckverfahren sind nur in ihrer Breite, zum Beispiel auf 2 Meter begrenzt; in der Länge hingegen sind sie theoretisch für beliebig lange zu bedruckende Folienbahnen geeignet. Die Auflösung, das heißt die Detaildichte pro Flächeneinheit auf der derart bedruckten Folie kann daher beliebig groß sein und kann ohne Rücksicht auf die Größe (=Länge) der Folienbahn gewählt werden. Dadurch sind neuartige Werbeflächen möglich, die auch von Nahem höchsten Ansprüchen an Bildschärfe und Auflösung entsprechen, aber dennoch in ihrem Format theoretisch unbegrenzt sind. So können mehrere zum Beispiel 1,50 m breite Bahnen an ihren Längskanten durch Hochfrequenzschweißverfahren oder dergleichen miteinander verbunden werden. Bei entsprechender Ausgestaltung kann also eine Wand geschaffen werden, die sowohl zum Betrachten von der Ferne, als auch von der Nähe geeignet ist. Plakate sind üblicherweise im Rasterdruck hergestellt und für die Ansicht von der Ferne konzipiert, also nicht so vielseitig verwendbar, wie folgendes Beispiel zeigt:

[0076] Sechs erfindungsgemäß bedruckte Folienbahnen von 15 x 1,5 m sind an ihren Längskanten miteinander verschweißt, so daß sich eine Gesamtfläche von 9 x 15 m ergibt. Die Bahnen sind so bedruckt, daß der Gesamteindruck einer Winterlandschaft auch aus einer Entfernung von 20 m oder mehr gegeben ist. Insofern entspricht Wirkung in etwa einem bedruckten

Gewebe, wie es im Gerüstbau zu Werbe- oder Dekorationszwecken verwendet wird - mit der Ausnahme, daß derartige Flächen nicht gleichmäßig wegen des Gerüsts hinterleuchtet werden können. Durch die gleichmäßige, rückwärtige Ausleuchtung und die beschriebenen Transmissionseigenschaften der Folie wirkt diese bedruckte Fläche daher besonders intensiv auf den Betrachter, dessen Umgebung u. a. von der Folie zugleich ausgeleuchtet wird. Die erfindungsgemäße Folie, sowie das ausgewählte Druckverfahren, ermöglichen jedoch gleichzeitig ein hochauflösendes Bedrucken der Folie, so daß auch der unmittelbar vor der Folie stehende Betrachter drucktechnisch hochwertige Informationen angeboten bekommt. Im oben genannten Beispiel kann beispielsweise die Folie mit im Nahbereich lesbaren Geschenkkarten und Produktinformationen bedruckt sein. Wegen des im Gerüstbau zu Werbezwecken eingesetzten Gittermaterials bzw. dessen Beschaffenheit, ist dieses auf die Betrachtung aus der Ferne eingeschränkt.

[0077] Weitere Variationsmöglichkeiten ergeben sich daraus, daß die Folie rück- oder vorderseitig zusätzlich beleuchtet wird, beispielsweise durch Bilderzeugungsmittel, wie zum Beispiel Diaprojektoren, Spots, Schablonen oder Videobeamer. Die Kombination von derartigen Bilderzeugungsmitteln und hintergrundbeleuchteter, insbesondere bedruckter, transparenter Folie, ermöglicht weitere neuartige nachfolgend beschriebene Werbeeffekte:

[0078] Ein auf Folie aufgedruckter und hintergrundbeleuchteter Adventkranz mit Kerzen wird im Bereich der Kerzen von Spots verstärkt ausgeleuchtet, so daß der Eindruck brennender Kerzen entsteht. Der Spot kann zum Beispiel form- und farbmäßig in Gestalt einer Kerze ausgebildet sein oder ein Videobeamer wird zur Projektion einer flackernden Kerze verwendet. Auch die Kombination eines erfindungsgemäß durch Druck hergestellten hochauflösenden Bildes auf einer vergleichsweise großen Folie mit einem nur auf einem vergleichsweise kleinen Gebiet der Folie von einem Videobeamer projizierten Bildes mit entsprechend hoher Auflösung, läßt den Gesamteindruck eines ungewöhnlich großen und dennoch ungewöhnlich hoch auflösenden Bildes zu. Derartige Effekte werden noch verstärkt, wenn das Bilderzeugungsmittel selber beweglich oder schwenkbar in Bezug auf die Folie angeordnet ist, wie aus DE-10160171.9 (Vorrichtung zum Projizieren) bekannt ist. Eine derartige Vorrichtung ist besonders gut mit der erfindungsgemäßen Folie oder der Vorrichtung zum Beleuchten kombinierbar zur Erzielung neuartiger, die Aufmerksamkeit weckender Licht- und Beleuchtungseffekte.

[0079] Die Kombination aus Großflächenleuchte und Werbemittel sorgt dafür, daß letzteren besondere Aufmerksamkeit, auch durch Erzeugung geeigneter Stimmung durch Farbe und Licht, gewidmet wird.

[0080] Im Sinne der Erfindung besonders geeignete Folien können insbesondere aus PVC mit Additiven zur

Verbesserung der Brandfestigkeit bestehen und haben eine Dicke von 0,1 bis 0,4 mm, vorzugsweise 0,14 - 0,20 mm.

Eine derartige Folie wird zum Beispiel von der Firma "... der Kluth", Hilden unter der Bezeichnung "atensio-lux" vertrieben.

[0081] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Aufspannen einer Fläche ist auch dann durchführbar, wenn der Schritt "Bedrucken" zu einem früheren oder späteren Zeitpunkt erfolgt.

[0082] Die Erfindung betrifft außerdem eine Beleuchtungsvorrichtung für die Qualitätskontrolle, insbesondere eine solche mit den zuvor beschriebenen Merkmalen und Komponenten.

[0083] Nach der Herstellung einer lackierten Oberfläche wird diese meist einer optischen Qualitätskontrolle unterzogen, um unerwünschte Oberflächenfehler und -strukturen, Bläschen oder vergleichbare Verunreinigungen der Oberfläche zu entdecken. In der Regel wird eine Oberfläche ohne jede Oberflächenstruktur, das heißt eine glatte und ggf. spiegelnde Oberfläche bevorzugt. Die Qualitätskontrolle findet beispielsweise in der Automobilindustrie manuell, das heißt durch das menschliche Auge statt. Zu diesem Zweck werden die lackierten Fahrzeuge oder Fahrzeugteile durch eine Vielzahl von Spots ausgeleuchtet, um eine möglichst gleichmäßige Ausleuchtung der zu begutachtenden Oberfläche zu erreichen. Die Beleuchtungsquellen sind jedoch punktuell. Daraus ergeben sich verschiedene Probleme für die mit der Begutachtung beschäftigten Personen, die daher häufig Pausen einlegen müssen. Das Auge muss vermehrt Adaptionsleistungen erbringen und ist zahlreichen Blendungen u.a. durch die spiegelnde Oberfläche ausgesetzt. Diese Helligkeitsunterschiede ergeben sich daraus, daß die Leuchten extrem hell sind, der übrige Teil der Werkshalle vergleichsweise dunkel und die Oberfläche des Wagens je nach Lacktyp vergleichsweise hell oder dunkel ist. Je nach Beleuchtungssituation spiegeln sich die einzelnen Leuchtquellen auf dem Lack, was die Auswertung der Oberfläche sowohl durch das menschliche Auge, als auch durch automatisierte Bildanalysesysteme erschwert.

[0084] Es ist demzufolge die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Beleuchtungsvorrichtung für die Qualitätskontrolle zu schaffen, die die zuvor genannten Nachteile vermeidet und preiswerter und einfacher zu installieren ist.

[0085] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Beleuchtungsvorrichtung nach den entsprechenden unabhängigen Ansprüchen. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0086] Die erfindungsgemäße Großflächenleuchte bietet hier Vorteile gegenüber der üblichen Beleuchtungspraxis. Die Blendwirkung für das Auge ist geringer, da die Großflächenleuchte über ihre gesamte Fläche einheitliche Helligkeitswerte liefert. Wenn zwei Wände und die Decke der Begutachtungsstation durch die Großflächenleuchten gebildet werden, spiegelt sich ins-

besondere auf dem Lack der Fahrzeuge nicht mehr die Kontur einer einzelnen Leuchte, die die Aufmerksamkeit des menschlichen Auges oder eines automatisierten Bilderfassungssystems und - Auswertungssystems ablenkt bzw. irritiert.

[0087] In einer besonders vorteilhafte Ausgestaltung ist die erfindungsgemäße Beleuchtungsvorrichtung röhren- oder tunnelartig, insbesondere aus einem Stück aufgebaut. Diese üblicherweise komplizierte Geometrie kann mit der erfindungsgemäßen Folie besonders leicht realisiert werden, da diese zwischen zwei U-förmigen und den Tunnelquerschnitt bildenden Profileisten aufgespannt sein kann. Dies hat den Vorteil, daß die Beleuchtung einfach aufzubauen, leicht, transportabel und kostengünstig ist. Das Tunnelgewölbe leuchtet absolut gleichmäßig, da keine mechanischen Elemente, beispielsweise Streben, die Folienoberfläche unterbrechen. Übliche Systeme beinhalten einzelne Leuchtsegmente, wobei an der Verbindungsstelle zweier Segmente sich eine Abschattung oder Verdunkelung ergibt. Dasselbe gilt bei der Verwendung von stützenden Streben.

[0088] Durch die absolut homogene Ausleuchtung wird erstmals bei der Lackkontrolle der Einsatz eines vollautomatischen Bilderfassungs- und Analysesystems ermöglicht.

[0089] Die Erfindung betrifft ferner neuartige EVG, d. h. Elektronische Vorschaltgeräte, welche die Leuchtstoffröhren mit Strom speisen und z.B. über ein serielles Datensignal zur Regelung der Helligkeit der angeschlossenen Leuchtstoffröhren, steuerbar sind.

[0090] EVG sind elektronisch regelbare Vorschaltgeräte für Leuchtstoffröhren. Sie sind erhältlich als Einzel- oder Doppel EVG, d.h. für ein oder zwei Röhren, jeweils ausgelegt für unterschiedliche Leistungen. Die elektronische Regelung erfolgt bislang, wie in Fig. 5A, über eine separate Steuerleitung oder über eine spezielle Schnittstelle mit z.B. Western- Steckern.

[0091] Insbesondere bei Großflächenleuchten kommen Systeme von Leuchtstoffröhren zum Einsatz, die in großer Anzahl verwendet werden, um große Flächen gleichmäßig auszuleuchten. Davor wird ein Diffusor eingesetzt, der mit den Leuchtstoffröhren eine blendfreie, gleichmäßige Beleuchtung ermöglicht. Für verschiedene Farben, Farbspiele oder farbige Wolken muss das mehrfache an Leuchtstoffröhren der jeweiligen Farben montiert werden. Die Leuchtstoffröhren werden dazu im Werk auf Platten, z.T. gegeneinander versetzt angeordnet, vormontiert.

[0092] Jedoch ist der Verdrahtungsaufwand für die Anzahl der EVG bei der Vielzahl der einzusetzenden Leuchtstoffröhren sehr hoch, d. h. Lohn- und Materialintensiv. Ferner wird durch die Schaltung Raum beansprucht. Hinzu kommt die Verkabelung für die Steuerung / das Datenkabel.

[0093] Es ist daher ein Ziel der Erfindung, neuartige EVG zu schaffen, welche preiswerter sind, sowie insbesondere einfacher zu verdrahten, montieren und anzu-

steuern sind.

[0094] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein EVG nach dem entsprechenden Hauptanspruch. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0095] Das erfindungsgemäße EVG kann mehr als zwei Leuchtstoffröhren versorgen. Dies ermöglicht im Idealfall den Anschluß aller Leuchtstoffröhren einer Farbe bzw. Dimmgruppe an ein EVG. Daraus ergibt sich, neben der Reduzierung der Kosten und des Materialaufwandes, eine Reduzierung der Verlustleistung (Abwärme). Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, daß das EVG einen gemeinsamen Gleichrichter für alle angeschlossenen Leuchtmittel aufweist, wobei jedoch je ein Hochfrequenzgenerator für jedes Leuchtmittel an den gemeinsamen Gleichrichter angeschlossen ist.

[0096] Die räumliche Trennung von Gleichrichter und Hochfrequenzgenerator und insbesondere die Vorsehung der Hochfrequenzgenerator in unmittelbarer Nähe der Leuchtstoffröhren, ermöglicht die Verkürzung der "heißen Enden", d.h. der Leiter, die die Leuchtmittel mit dem Hochfrequenzgenerator verbinden. Diese Leiter strahlen üblicherweise die unerwünschte hochfrequente elektromagnetische Strahlung ab. Bei der räumlichen Trennung geht dagegen die entsprechende Belastung der Umgebung zurück bzw. wird verhindert, da die Hochfrequenz erst in unmittelbarer Nähe der Leuchtstoffröhren entsteht. Unmittelbare Nähe im Sinne der Erfindung liegt dann vor, wenn der Abstand Hochfrequenzgenerator - Leuchtstoffröhre kleiner als der Abstand Hochfrequenzgenerator - Gleichrichter ist. Dies gilt insbesondere dann, wenn der Hochfrequenzgenerator unmittelbar in der Fassung der Leuchtstoffröhre untergebracht ist bzw. diese bildet. Nach dem Stand der Technik war die Länge des "heißen Drahtes" aus den obengenannten Gründen auf eine gewisse Länge beschränkt, weshalb die Versorgung eines großen Feldes von Leuchtstoffröhren bislang nicht mittels eines zentralen EVG möglich war, was einen entsprechenden Materialeinsatz und Verdrahtungsaufwand verursachte.

[0097] Wenn alternativ oder in Kombination mit dem zuvor genannten Ausgestaltungsbeispiel jedes EVG bzw. Hochfrequenzgenerator erfindungsgemäß adressierbar und damit an einen Datenbus anschließbar ist, reduziert sich bei entsprechender Steuerung der Verkabelungsaufwand. Es ist nicht mehr nötig, jedes EVG bzw. Hochfrequenzgenerator mit einer eigenen Daten- oder Steuerleitung an die Steuerung anzuschließen. Die Adresse kann fest vergeben sein (Chip), oder variabel (EPROM, Speicherelement, DIP-Schalter).

[0098] Die ansteuerbaren Dimmstufen (0 bis 100%) je EVG bzw. Hochfrequenzgenerator werden auf den z. B. 2-adrigen Bus gegeben und erreichen das anzusteuern, über eine interne oder externe Schaltung adressierte EVG bzw. Hochfrequenzgenerator. Es ist nunmehr möglich, jedes EVG bzw. Hochfrequenzgenerator (=eine oder mehrere Leuchtstoffröhren) direkt anzusteuern

oder auch gleichzeitig verschiedene Farb- bzw. Dimmgruppen über ein einziges adressiertes Signal zu steuern. Dazu kann jedes einzelne EVG bzw. Hochfrequenzerzeuger z.B. über DIP-Schalter eine Adresse erhalten und für die Daten adressierbar sein. Für z.B. Großflächenleuchtensysteme ergeben sich folgende Vorteile:

- 1) Es ist nur ein Bus (Ringleitung) für alle EVG zur Steuerung notwendig.
- 2) Die komplette Installation der EVG bzw. Hochfrequenzerzeuger erfolgt ungeachtet deren zukünftiger Zugehörigkeit zu einer Dimm- oder Farbgruppe. Die Zuordnung kann z. B. jederzeit durch Umlegen der DIP-Schalter "programmiert" werden, z.B. erst beim Einsetzen der Röhre oder über entsprechende softwaremäßige Adressierung der Daten.
- 3) Es gibt keine Fehlverkabelungen von Steuerleitungen mehr. Bei Fehlfunktionen entfällt die "Kabelverfolgung" und das "Kabelumlegen". Es reicht das Umlegen der Dip-Schalter.
- 4) Alle EVG bzw. Hochfrequenzerzeuger sind grundsätzlich gleich und überall einsetzbar.
- 5) Im Schadensfall ist ein Austausch ist problemlos möglich, da keine speziellen, festen Adressen im EVG bzw. Hochfrequenzerzeuger vorhanden sind.
- 6) Beim Austausch der EVG bzw. Hochfrequenzerzeuger muß die Steuerung in keinem Punkt umprogrammiert werden.
- 7) Das System kann modifiziert oder erweitert werden, ohne die bisherige Verkabelung zu ändern.

[0099] Wenn alternativ oder in Kombination mit den zuvor genannten Ausgestaltungsbeispielen jedes EVG bzw. Hochfrequenzerzeuger erfindungsgemäß über die Stromleitung sowohl mit Strom versorgt wird, als auch durch ein z.B. aufmoduliertes Signal in seiner Helligkeit gesteuert wird, entfallen die Datenleitungen zu jedem EVG bzw. Hochfrequenzerzeuger. Verlege-, Anschluß- und Arbeitsaufwand sinken.

[0100] Wenn darüber hinaus erfindungsgemäß der Datenbus von der Stromleitung und einem auf diese aufmodulierten Signal gebildet wird, reicht zur Ansteuerung jedes einzelnen EVG bzw. Hochfrequenzerzeuger nur der Anschluß an eine einzige Stromleitung (Parallelschluß aller EVG bzw. Hochfrequenzerzeuger), die an eine entsprechende Steuerung (Signalgenerator) angeschlossen ist. Es reduziert sich bei entsprechender Steuerung der Verkabelungsaufwand weiter, da die EVG bzw. Hochfrequenzerzeuger nur noch mit der Stromversorgung verbunden werden muss. Es ist insbesondere nicht mehr nötig, jedes EVG bzw. Hochfrequenzerzeuger mit einer eigenen Daten- oder Steuerleitung an die Steuerung anzuschließen. Es wird ausschließlich ein Kabelanschluß der EVG bzw. Hochfrequenzerzeuger an die Stromversorgung (2- oder 3-adrig) notwendig.

[0101] Die Auswertung der Steuersignale am EVG

bzw. Hochfrequenzerzeuger kann durch einen externen Signalempfänger geschehen, der im einfachsten Fall zwischen Stromversorgungsleitung und Netzeingang des EVG bzw. Hochfrequenzerzeuger gesteckt wird. Dieser filtert die Steuerimpulse heraus und stellt diese beispielsweise per kurzem Kabel und Westernstecker dem gleichen EVG bzw. Hochfrequenzerzeuger an der üblichen Schnittstelle wieder zur Verfügung. Der externe Signalempfänger hat den Vorteil, daß handelsübliche, preiswerte und verbreitete EVG mit konventionellem Dateneingang (Seriell, Analog, etc.) weiter benutzt werden können. Vorhandene Aufbauten können modifiziert werden. Ein interner Signalempfänger hat dagegen den Vorteil, daß das EVG besonders kompakt ist und einfach zu montieren bzw. zu verdrahten ist,

[0102] Alternativ oder in Kombination mit den zuvor genannten Ausgestaltungsbeispielen wird vorgeschlagen, insbesondere eine Grossflächenleuchte in Flächeneinheiten zu unterteilen und jeder Einheit einen Farbwert und einen Helligkeitswert über eine Steuerung zuzuordnen. Bei bekannten Leuchten dieser Art wird ein Leuchtmittel oder eine Reihe/Zeile von Leuchtmitteln der gleichen Farbe in der Helligkeit gesteuert. Für den Lichttechniker oder den Kunden ist es schwierig, entsprechende Licht- und Farbeffekte zu programmieren, da er jede Farbe einzeln steuert, aber im Geist das Ergebnis, d.h. die Wirkung der additiven Farbmischung der verschiedenfarbigen und einzeln zu programmierenden Leuchtmittel vorwegnehmen muß. Die Zuordnung eines Farbwerts und eines Helligkeitswerts zu einer Flächeneinheit, die hier einem Pixel entspricht, kann dabei erfindungsgemäß sowohl über Hardware (ein EVG steuert die Leuchtmittel unterschiedlicher Farbe einer Flächeneinheit zur Erzielung eines Farb- und Helligkeitswert der Fläche) oder über Software (mehrere EVG mit unterschiedlichfarbigen Leuchtmitteln werden über Software einzeln, aber zur Erzielung eines Gesamteffekts angesteuert) erfolgen. In beiden Fällen ist es nunmehr für den Nutzer einfacher als bisher, die Farben und Helligkeiten der Leuchte, auch in zeitlichem Ablauf, selber zu bestimmen und zu variieren. Die Programmierung erfolgt über ein entsprechendes Steuergerät oder mittels Computersoftware, die eine intuitive Programmierung der in Pixel unterteilten Leuchtfäche ermöglicht. Auf dem Bildschirm kann insbesondere jeder Pixel direkt programmiert und der Effekt beobachtet werden. Die derart gestalteten Szenen können entweder direkt vom Computer abgespielt werden, so daß der Computer die Steuerung der EVG der Leuchte übernimmt, oder die Szenen werden in den Speicher eines computerunabhängigen preiswerteren Steuergeräts gespielt, so daß dieses die Steuerung der EVG der Leuchte übernimmt. Die Programmierung der Leuchte geschieht also unabhängig von der Leuchte, so daß diese z.B. über Internet, DFÜ, Diskette, EPROM, etc. zu Kunden gelangen kann.

[0103] Der hardwaremäßige Zuordnung kann durch die Kombination der zuvor genannten Ausgestaltungen

besonders günstig erfolgen.

[0104] Bevorzugt ist das in Fig. 6 gezeigte EVG 30 mit folgenden Eigenschaften, wobei das Vorsehen von drei Farben nur beispielhaft ist: Ein Steuergerät (Modulator) 37 speist drei, für drei Adressen bestimmte Steuer-
signale in das Netz ein. Das EVG ist mit dem Netz verbunden. Im EVG übernimmt ein Gleichrichter 31 die Stromversorgung für drei Leuchtstoffröhren G,B,W und ist daher im EVG über drei Hochfrequenzerzeuger 32 mit den drei Röhren verbunden, wobei jeder Hochfrequenzerzeuger jeweils über einen Demodulator durch das entsprechende, für ihn bestimmte und adressierte Signal in ihrer Frequenz regelbar ist. Dazu ist jeder Hochfrequenzerzeuger 31 - insbesondere über einen Filter - zusätzlich mit der Netzleitung verbunden, was nicht in Fig. 6 dargestellt ist.

[0105] Noch einfacher anzusteuern ist eine Ausführung, bei der das EVG 30 lediglich das Signal 37 in der Form "Farbe + Helligkeit" für die anzusteuern Fläche (Pixel) erhält und dieses Signal über eine eigene Schaltung 35 (Fig. 6) in die drei Farb- und Helligkeitsanteile für jeden Hochfrequenzerzeuger 32 bzw. jede Röhre G, B,W zerlegt. Die einzelnen Hochfrequenzerzeuger 32 können dabei einzeln und direkt oder über einen Bus 36 angesprochen werden.

[0106] Ein "Pixel" kann dabei sowohl eine Fläche mit der zur beabsichtigen Farberzeugung benötigten minimalen Anzahl von Röhren (z.B: 3 Röhren: Gelb-Blau-Weiss) sein, als auch eine sich in der Breite und/oder Höhe der Leuchte sich wiederholende Abfolge derselben (z.B: 6 Röhren: Gelb-Blau-Weiss; Gelb-Blau-Weiss) sein.

[0107] Fig. 5 a erläutert das Verkabelungsschema nach dem Stand der Technik. Über eine Netzleitung werden die Steuerung 37 und die einzelnen EVG 30 mit Strom versorgt. Die EVG verfügen darüber hinaus über einen Steuereingang zum Dimmen der angeschlossenen Röhren. In Fig. 5 a sind alle blauen Leuchtstoffröhren über die EVG mit dem gleichen Steuersignal verbunden. Zum Steuern einer einheitlichen, aus zwei Farben gebildeten Fläche werden demzufolge sechs Leitungen benötigt.

[0108] Fig. 5 c zeigt denselben Anwendungsfall, kommt jedoch mit nur vier Leitungen aus. Alle EVG werden über die Netzleitung mit Strom versorgt. Eine busartige Leitung 38 (zwei-adrig) verbindet die Steuerung 37 mit allen EVG 30. Die Steuerung 37 erzeugt Signale mit unterschiedlichen Adressen und gibt diese auf den Bus 38. Es ist dabei auch möglich, daß beispielsweise jedes für die Farbe Blau zuständige EVG die gleiche Adresse zugewiesen erhält.

[0109] Fig. 5 b zeigt eine Schaltung, die lediglich zwei Leitungen benötigt. Auf die Netzspannung wird über die Steuerung 37 das adressierte Steuersignal aufmoduliert. Jedes EVG ist über einen Demodulator 35 mit der gemeinsamen zwei-adrigen Stromleitung verbunden. Der Demodulator 35 demoduliert die über die Stromleitung transportierten Steuersignale einschließlich der

Adressinformation. Das von dem Demodulator 35 erzeugte Signal wird anschließend vom EVG so behandelt, wie in Fig. 5 c bereits beschrieben.

[0110] Für die zuvor beschriebenen Aufgaben und Anwendungsfälle sind folgende, als Beispiel dienende, Eigenschaften eines EVG zweckmäßig:

- 256 oder 1024 verschiedene Adressen einstellbar
- Empfang von 101 verschiedenen Signalen (1/256 oder 1/1024 Adresscode + 1/101 Dimmstufen)
- Mögliche Signaldichte: 10 verschiedene Signale je Sekunde je Adresse
- Lebenszeit: > 10 Jahre

Patentansprüche

1. Beleuchtungsvorrichtung, insbesondere zur Steigerung der Arbeitsproduktivität von Menschen in einem zu beleuchtenden Raum, welche in der Farbtemperatur und/oder Helligkeit derart steuerbar oder einstellbar ist, daß mittels der Beleuchtungsvorrichtung in dem Raum eine für eine bestimmte Witterungslage und/oder Tages- und/oder Jahreszeit typische Farbtemperatur und/oder Helligkeit erzeugbar ist.
2. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** an der Vorrichtung Beleuchtungsmittel und eine von diesen ausleuchtbare Mattscheibe derart vorsehen sind, daß für einen Betrachter, wegen der zwischen ihm und den Beleuchtungsmitteln aufgebauten Mattscheibe, die einzelnen beleuchteten und unbeleuchteten Beleuchtungsmittel nicht wahrnehmbar sind.
3. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** Mittel zum Steuern der Beleuchtungsvorrichtung vorgesehen sind, mittels denen die Beleuchtungsvorrichtung dynamisch steuerbar ist.
4. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Beleuchtungsvorrichtung dynamisch derart steuerbar ist, daß in dem Raum ein für eine bestimmte Witterungslage und/oder Jahreszeit typischer Tagesablauf der Farbtemperatur und/oder Helligkeit erzeugt wird.
5. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Tagesablauf der Farbtemperatur und/oder Helligkeit in Übereinstimmung mit dem natürlichen Tageslauf erzeugbar ist.
6. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorheri-

gen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Tagesablauf der Farbtemperatur und/oder Helligkeit versetzt zu dem natürlichen bestimmbar Tageslauf erzeugbar ist.

7. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Tagesablauf der Farbtemperatur und/oder Helligkeit gedehnt zu dem natürlichen Tageslauf erzeugbar ist.

8. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Beleuchtungsmittel eine Vielzahl von einzeln oder gruppenweise in ihrer Intensität beeinflussbaren farbigen Lichtquellen umfassen.

9. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Beleuchtungsquellen in ihrer Intensität durch die Steuerungsmittel beeinflussbar sind.

10. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Vielzahl von verschieden-farbigem Beleuchtungsquellen vorgesehen ist.

11. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** alle Beleuchtungsquellen gleicher Farbe oder eine Vielzahl von Beleuchtungsquellen gleicher Farbe gemeinsam in ihrer Intensität beeinflussbar sind.

12. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** Leuchtstoffröhren als Lichtquellen vorgesehen sind.

13. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorrichtung eine Vielzahl von Zeilen aufweist, wobei jede Zeile aus Lichtquellen gleicher Farbe gebildet ist und die Zeilen im wesentlichen parallel zueinander verlaufen.

14. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Leuchtquellen jeder Zeile oder die Leuchtquellen aller aus Leuchtquellen der gleichen Farbe gebildeten Zeilen gemeinsam ansteuerbar sind.

15. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** zu gleichen Teilen Leuchtmittel der Farben Rot, Gelb, Blau und Weiß vorgesehen sind.

16. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** zu

gleichen Teilen Leuchtmittel der Farben Gelb, Blau und Warmton-Weiß vorgesehen sind.

17. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der Vorrichtung mindestens eine sich in Längsrichtung der Leuchtstoffröhren erstreckende Zeile von mehreren Leuchtstoffröhren einer Farbe vorgesehen ist, wobei jeweils eine linke und eine rechte Leuchtstoffröhre seitlich zueinander versetzt angeordnet sind und der rechte Kopf der linken Leuchtstoffröhre seitlich neben dem linken Kopf der rechten Leuchtstoffröhre derart angeordnet ist, daß die Mattscheibe in einer Richtung entlang der Zeile im Bereich der beiden Köpfe homogen ausgeleuchtet ist.

18. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Gehäuse zur Aufnahme der Beleuchtungsmittel vorgesehen ist, bei welchem die Stirnseite durch die Mattscheibe gebildet wird, wobei Befestigungsmittel vorgesehen sind, durch die die Mattscheibe derart am äußersten seitlichen Rand des Gehäuses lösbar befestigbar sind, daß im wesentlichen die gesamte stirnseitig sichtbare Fläche der Mattscheibe von den Beleuchtungsmitteln ausleuchtbar ist.

19. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mattscheibe zu beiden Seiten der Beleuchtungsmittel vorgesehen ist.

20. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mattscheibe eine Folie ist.

21. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mattscheibe eine nahtfreie Folie ist.

22. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mattscheibe aus nahtfrei miteinander verbundenen Folien besteht.

23. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorrichtung in Gestalt eines Raumtrenners ausgebildet ist.

24. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorrichtung in Gestalt eines Fensters in einem Raum installiert ist.

25. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß**

die Vorrichtung in Gestalt einer Seitenwand in einem Raum installiert ist.

26. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mattscheibe an den Decken und/oder Wänden eines Raumes lösbar befestigt ist, wobei der dadurch abgetrennte Teilraum das Gehäuse für die Vorrichtung bildet.
27. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mattscheibe umlaufend an Profilschienen befestigt ist.
28. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mattscheibe umlaufend mit einem Keder versehen ist.
29. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorrichtung staub- und insektenfrei gegen die Umgebung abgedichtet ist.
30. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuerungsmittel mit außerhalb des Raums vorgesehenen Analysemitteln zum Analysieren des natürlichen Lichts und /oder im Raum vorgesehenen Analysemitteln zur Analyse des Raumlichts verbunden sind.
31. Folie, insbesondere nach einem der vorherigen Ansprüche, welche in einem Rahmen aufgespannt ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Folie bedruckt ist.
32. Folie nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Folie lichtdurchlässig ist.
33. Folie nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Folie Licht zu streuen vermag.
34. Folie nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Folie ein Werbemittel ist.
35. Folie nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Folie nur teilweise bedruckt ist.
36. Folie nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Folie mit einem rasterfreien Druckverfahren d.h. einem Druckverfahren, bei dem in nur einem Arbeitsgang ein fertiges

Bild mit mindestens 2 Farben gedruckt werden kann, insbesondere mittels eines Plotters oder Tintenstrahldruckers, bedruckt ist.

- 5 37. Folie nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Farbe auf der Folie UV-beständig ist.
- 10 38. Folie nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** Beleuchtungsmittel, die die Folie beleuchten vorgesehen sind.
- 15 39. Folie nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Folie hinterleuchtet ist.
- 20 40. Folie nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** Beleuchtungsmittel zum Ausleuchten der Folie derart vorgesehen sind, daß für einen Betrachter, wegen der zwischen ihm und den Beleuchtungsmitteln aufgebauten Folie, die einzelnen Beleuchtungsmittel nicht wahrnehmbar sind.
- 25 41. Beleuchtungsvorrichtung, insbesondere nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Folie als Mattscheibe dient.
- 30 42. Beleuchtungsvorrichtung, insbesondere nach einem der vorherigen Ansprüche, zur optischen Qualitätskontrolle von Oberflächen eines Objekts mit Beleuchtungsmitteln und einer als Diffusor dienenden Mattscheibe, wobei die Beleuchtungsmittel und die von diesen ausleuchtbare Mattscheibe derart ausgestaltet sind, daß die Mattscheibe von den Beleuchtungsmitteln gleichmäßig ausgeleuchtet sind.
- 35 43. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Diffusor sich in einer ersten Richtung der Oberfläche des Objekts erstreckt.
- 40 44. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Diffusor sich in einer zweiten Richtung senkrecht zur ersten Richtung um die Oberfläche des Objekts herum erstreckt,
- 45 45. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Diffusor um die Oberfläche des Objekt herum einen Winkel von mindestens 100°, maximal 360°, vorzugsweise 160° bis 200° umfaßt.
- 50 46. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Diffusor in Form einer Röhre oder Halbröhre ausgebildet ist.
- 55

47. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Diffusor eine Folie, insbesondere eine Folie nach einem der vorherigen Ansprüche, ist.

48. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Diffusor zwischen zwei den Querschnitt des Diffusors bestimmenden Profilen gehalten ist.

49. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Beleuchtungsmittel zum Ausleuchten der Folie derart vorsehen sind, daß für einen Betrachter, wegen der zwischen ihm und den Beleuchtungsmitteln aufgebauten Folie, die einzelnen Beleuchtungsmittel nicht wahrnehmbar sind.

50. Elektronisches Vorschaltgerät (EVG), insbesondere in einer Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** an das EVG (30) mehr als zwei Leuchtmittel, insbesondere Leuchtstoffröhren (R, G, B, W) anschließbar sind.

51. EVG nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Gleichrichter (31) und mehrere Hochfrequenzerzeuger (32) vorgesehen sind, wobei der Gleichrichter mit mehreren Hochfrequenzerzeugern verbunden ist, die insbesondere in der Nähe der Leuchtstoffröhre oder als Fassung für die Leuchtstoffröhren ausgebildet sind.

52. EVG nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das EVG (30) oder der Hochfrequenzerzeuger (32) einen Eingang zum Steuern der erzeugten Frequenz aufweist.

53. EVG, insbesondere nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das EVG oder der Hochfrequenzerzeuger über ein Datensignal steuerbar ist.

54. EVG nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das EVG oder der Hochfrequenzerzeuger über ein adressiertes Datensignal ansteuerbar ist.

55. EVG nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Adresse des EVG oder des Hochfrequenzerzeugers, insbesondere über Dippschalter und dergleichen, adressierbar ist.

56. EVG, insbesondere nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das EVG an eine Stromleitung anschließbar ist, wobei im EVG eine Schaltung zum Demodulieren eines

durch die Stromleitung übertragenen aufmodulierten Signals vorgesehen ist, wobei das EVG durch das demodulierte Signal gesteuert wird.

57. Verwendung der Vorrichtung nach den vorherigen Ansprüchen, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorrichtung zur Steigerung der Arbeitsproduktivität und/oder des Wohlbefindens von Menschen in Räumen eingesetzt wird.

58. Verfahren zur Nutzung der Vorrichtung nach den vorherigen Ansprüchen, mit folgenden Schritten:

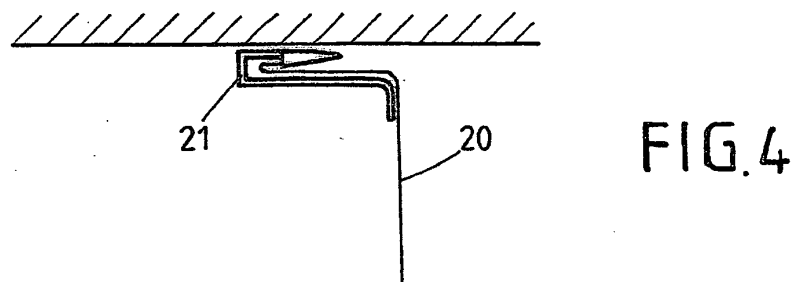
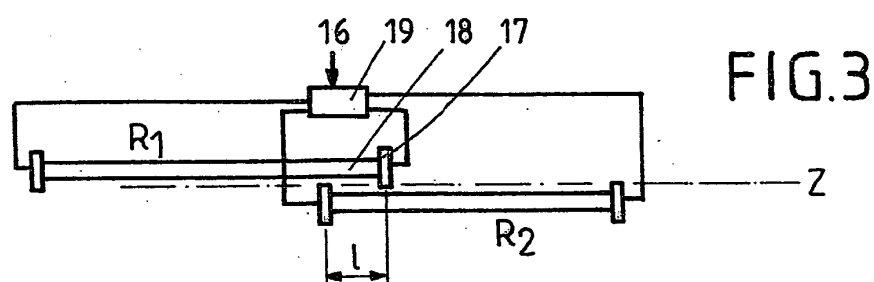
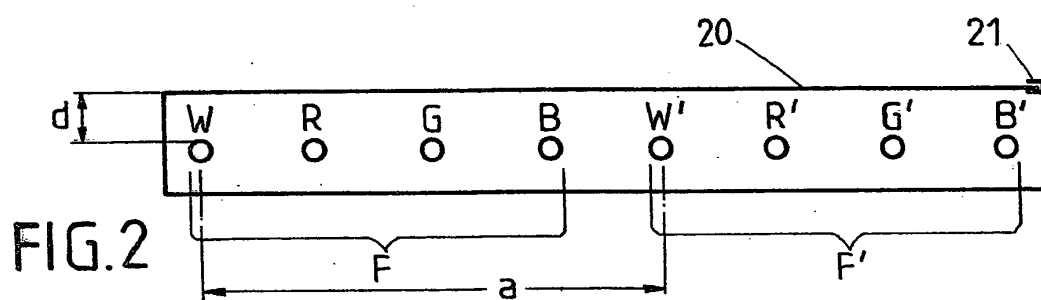
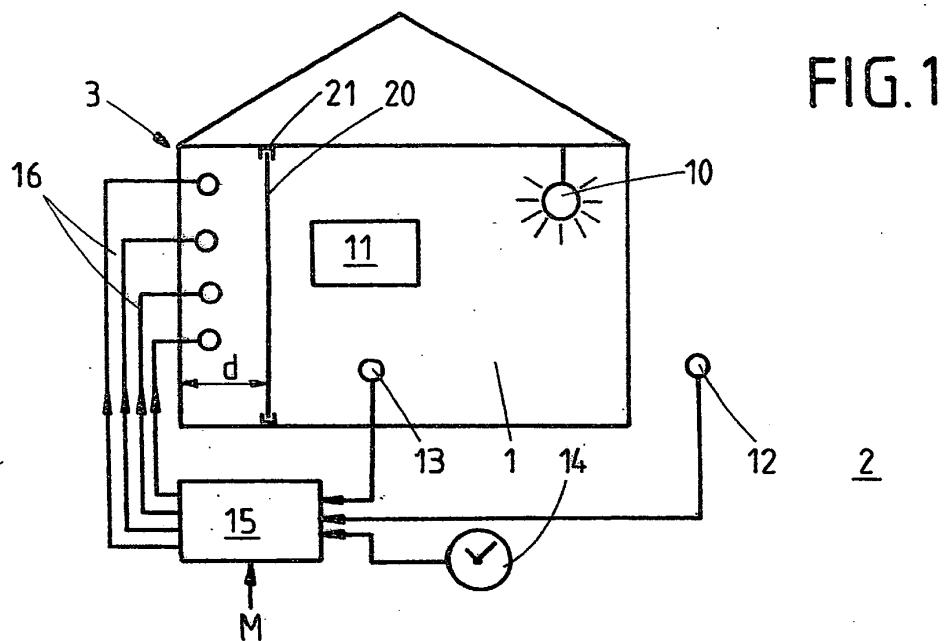
- Messen der Helligkeit und/oder der Farbtemperatur des natürlichen Lichts durch die Mittel zu Analyse des natürlichen Lichts,
- Steuern der Helligkeit und Farbtemperatur der Beleuchtungsvorrichtung in Abhängigkeit von der gemessenen Helligkeit und/oder der gemessenen Farbtemperatur des natürlichen Lichts,
- Wiederholung der vorherigen Schritte.

59. Verfahren zur Nutzung der Vorrichtung nach den vorherigen Ansprüchen, mit folgenden Schritten:

- Messen der Helligkeit und/oder der Farbtemperatur des natürlichen Lichts durch die Mittel zu Analyse des natürlichen Lichts,
- Messen der Helligkeit und/oder der Farbtemperatur des Raumlichts durch die Mittel zu Analyse des Raumlichts,
- Steuern der Helligkeit und Farbtemperatur der Beleuchtungsvorrichtung in Abhängigkeit von der gemessenen Helligkeit und/oder der gemessenen Farbtemperatur des natürlichen Lichts, sowie, der gemessenen Helligkeit und/oder der gemessenen Farbtemperatur des Raumlichts
- Wiederholung der vorherigen Schritte.

60. Verfahren zum Aufspannen einer bedruckten Fläche mit folgenden Schritten:

- Bereitstellen einer die Fläche bildenden Folie,
- Zurechtschneiden der Folie,
- Versehen der Kanten der Folie mit einem Keder,
- Bedrucken der Folie,
- zumindest abschnittsweises Erwärmen und Dehnen der Folie,
- Befestigen der zumindest derart erwärmten und gedehnten Folie in einem Rahmen an dem Keder und
- Abkühlen und dabei Spannen der Folie im Rahmen.



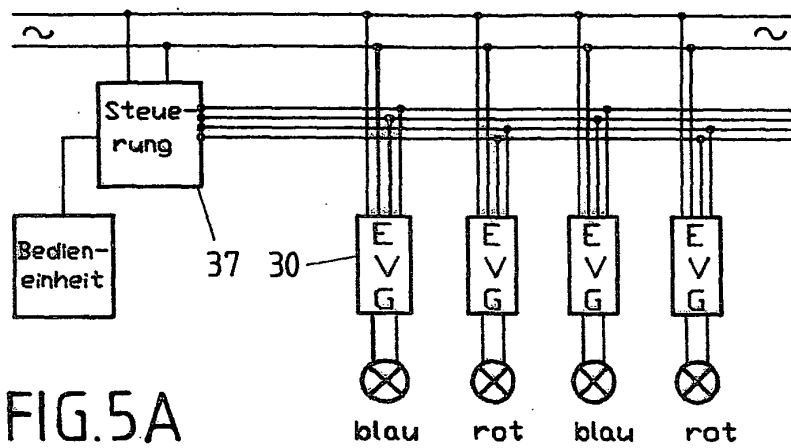


FIG. 5A

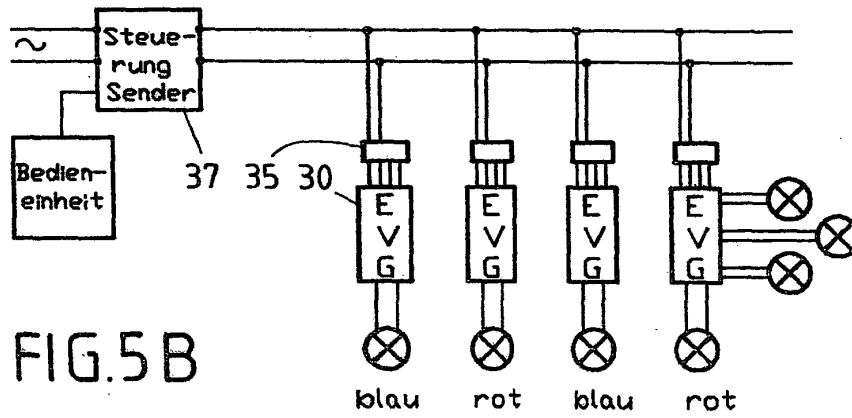


FIG. 5B

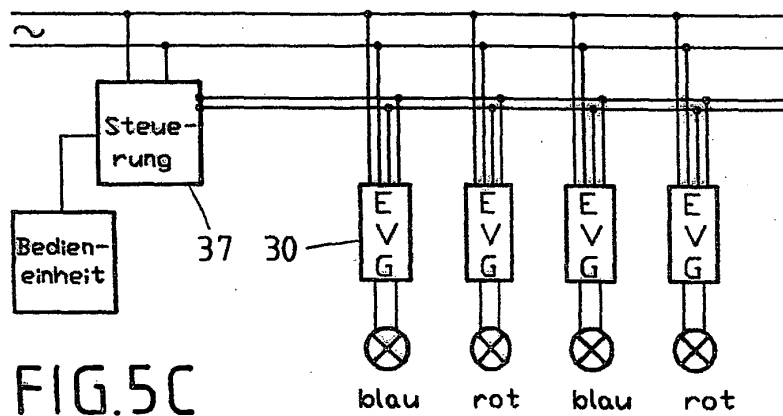


FIG. 5C

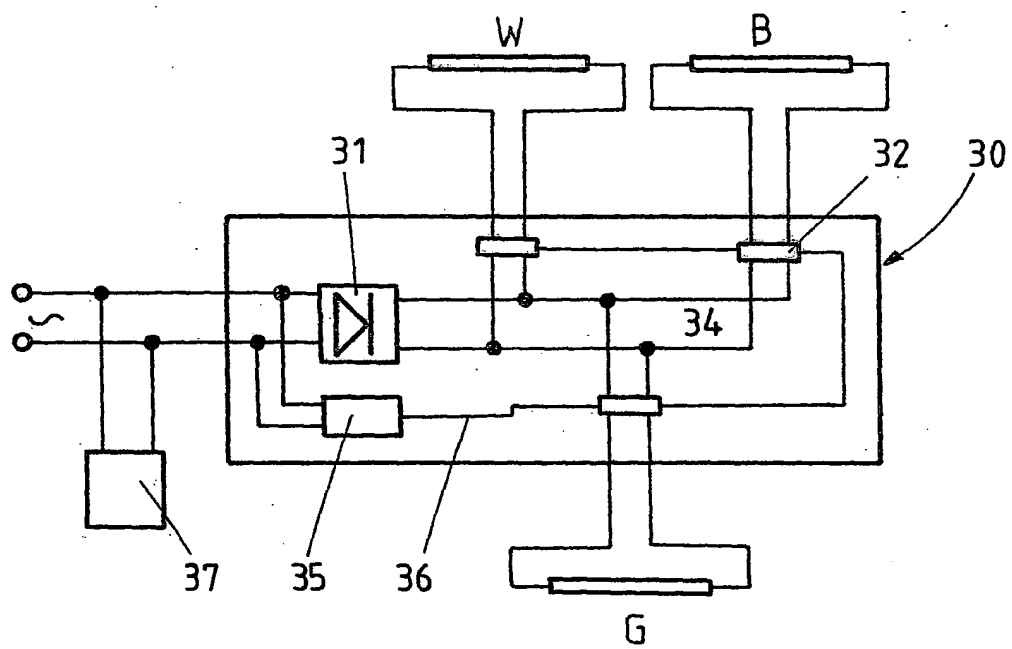


FIG.6