

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. April 2010 (15.04.2010)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/040816 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

H04B 10/12 (2006.01) **G09G 5/00** (2006.01)
H04N 7/24 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/063131

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. Oktober 2009 (09.10.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 042 724.1
9. Oktober 2008 (09.10.2008) DE
10 2009 029 683.2
22. September 2009 (22.09.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SILICON LINE GMBH** [DE/DE]; Elsenheimerstr. 50 / III, 80687 Muenchen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GROEPL, Martin** [DE/DE]; Ostrachstr. 7, 87527 Sonthofen / Oberallgaeu

(DE). **HOELTKE, Holger** [DE/DE]; Am Bluetenanger 54C, 80995 Muenchen (DE).

(74) Anwälte: **HOFMANN, Andreas** et al.; P.O. Box/Postfach 330211, 80062 Muenchen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CIRCUIT ARRANGEMENT AND METHOD FOR TRANSMITTING TMDS ENCODED SIGNALS

(54) Bezeichnung : SCHALTUNGSANORDNUNG UND VERFAHREN ZUM ÜBERTRAGEN VON TMDS-KODIERTEN SIGNALEN

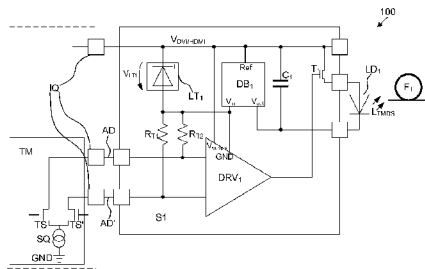


Fig. 1A

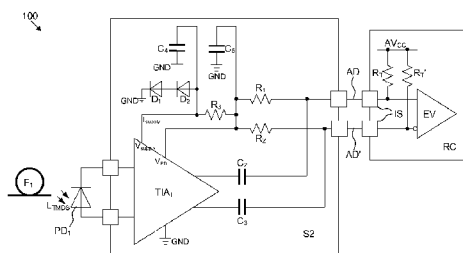


Fig. 2A

(57) Abstract: The invention relates to a circuit arrangement (100; 100') and to a method for the inexpensive transmission of signals from at least one data source to at least one data sink, said signals being TMDS encoded at least in part, especially at least in a time slot manner and being associated with especially at least one DVI data connection and/or at least one HDMI data connection. According to the invention, the driver circuit (S1; S1') of at least one connection interface (IQ) which is mounted upstream and which is associated with the data source is supplied with a supply voltage ($V_{DVI/HDMI}$) which is especially charged with up to approximately 55 milliamperes, for example in the order of approximately five volt. The electrical TMDS encoded signals are electro-optically converted by means of at least one light-emitting element (LD_1) mounted downstream of the driver circuit (S1; S1'), especially by means of at least one light diode, by means of at least one light-emitting diode, by means of at least one laser diode or by means of at least one laser, for example by means of at least one semiconductor laser, and are coupled into at least one optical fiber (F_1), especially into at least one glass fiber or into at least one plastic fiber, for example into at least one plastic fiber, as light (L_{TMDS}) that is supplied with TMDS encoded signals. The direct current portion supplied from a TMDS transmitter (TM) to the connection interface (IQ) associated with the data source is converted to a modulated signal current for controlling the light-emitting element (LD_1) by means of the driver circuit (S1; S1'). The light (L_{TMDS}) supplied with the TMDS encoded signals is coupled out from the optical fiber (F_1) by means of at least one light-absorbing element (PD_1), especially by means of a photodiode, is opto-electrically converted and supplied to at least one transimpedance converter circuit (S2; S2') which is mounted downstream of the light-absorbing element (PD_1) and upstream of

a connection interface (IS) that is associated with the data sink, the transimpedance converter circuit (S2; S2') being supplied by a direct voltage portion that is applied to at least one differential core pair (AD, AD').

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Um eine Schaltungsanordnung (100; 100') sowie ein Verfahren zum kostengünstigen Übertragen von, insbesondere mindestens einer DVI-Datenverbindung und/oder mindestens einer HDMI-Datenverbindung zugeordneten, zumindest partiell, insbesondere zumindest zeitabschnittsweise, TMDS-kodierten Signalen von mindestens einer Datenquelle zu mindestens einer Datensenke bereit zu stellen, wird vorgeschlagen, -dass die Treiberschaltung (S1; S1') von mindestens einer vorgeschalteten, der Datenquelle zugeordneten Verbindungsschnittstelle (IQ) mit einer, insbesondere mit bis zu etwa 55 Milliampere belastbaren, Versorgungsspannung ($V_{DVI/HDMI}$), zum Beispiel in der Größenordnung von etwa fünf Volt, versorgt wird, -dass die elektrischen TMDS-kodierten Signale mittels mindestens einer der Treiberschaltung (S1; S1') nachgeschalteten lichtemittierenden Elements (LD_1), insbesondere mittels mindestens einer Leuchtdiode, mittels mindestens einer lichtemittierenden Diode, mittels mindestens einer Laserdiode oder mittels mindestens eines Lasers, zum Beispiel mittels mindestens eines Halbleiterlasers, elektro-optisch umgewandelt und als mit den TMDS-kodierten Signalen beaufschlagtes Licht (L_{TMDS}) in mindestens eine optische Faser (F_1), insbesondere in mindestens eine Glasfaser oder in mindestens eine Kunststofffaser, zum Beispiel in mindestens eine Plastikfaser, eingekoppelt werden, -dass der aus mindestens einem TMDS-Transmitter (TM) der der Datenquelle zugeordneten Verbindungsschnittstelle (IQ) zur Verfügung gestellte Gleichstromanteil mittels der Treiberschaltung (S1; S1') in einen modulierten Signalstrom zur Ansteuerung des lichtemittierenden Elements (LD_1) umgeformt wird, -dass das mit den TMDS-kodierten Signalen beaufschlagte Licht (L_{TMDS}) mittels mindestens eines lichtabsorbierenden Elements (PD_1), insbesondere mittels mindestens einer Photodiode, aus der optischen Faser (F_1) ausgekoppelt, opto-elektrisch umgewandelt und in mindestens eine dem lichtabsorbierenden Element (PD_1) nachgeschaltete, mindestens einer der Datensenke zugeordneten Verbindungsschnittstelle (IS) vorgeschaltete Transimpedanzwandler-schaltung (S2; S2') eingespeist wird, wobei die Transimpedanzwandlerschaltung (S2; S2') über einen an mindestens einem differentiellen Aderpaar (AD, AD') anliegenden Gleichspannungsanteil versorgt wird.

SCHALTUNGSANORDNUNG UND VERFAHREN ZUM ÜBERTRAGEN VON TMDS-KODIERTEN SIGNALEN

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Übertragen von, insbesondere mindestens einer DVI-Datenverbindung und/oder mindestens einer HDMI-Datenverbindung zugeordneten, zumindest partiell, insbesondere zumindest zeitabschnittsweise, TMDS-kodierten Signalen von mindestens einer Datenquelle zu mindestens einer Datensenke gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 (DVI = Digital Visual Interface; HDMI = High Definition Multimedia Interface; TMDS = Transition-Minimized Differential Signaling).

Die vorliegende Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren zum Übertragen von, insbesondere mindestens einer DVI-Datenverbindung und/oder mindestens einer HDMI-Datenverbindung zugeordneten, zumindest partiell, insbesondere zumindest zeitabschnittsweise, TMDS-kodierten Signalen von mindestens einer Datenquelle zu mindestens einer Datensenke gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 12.

Stand der Technik

Hochauflösende Anzeigeeinheiten, (Flach-)Bildschirme, Displays, Fernsehgeräte und Monitore weisen eine elektrische Verbindungsschnittstelle, insbesondere in Form einer DVI-Datenübertragungsschnittstelle und/oder HDMI-Datenübertragungsschnittstelle, auf. Neben verschiedenen Kontrollsignalen werden über diese Schnittstelle auch mehrere differentielle TMDS-kodierte Signale zur Übertragung von Audio- und Videodaten sowie das erforderliche Taktsignal zwischen mindestens einer Datenquelle und mindestens einer Datensenke geführt.

Hierbei handelt es sich bei TMDS (= Transition-Minimized Differential Signaling) grundsätzlich um einen für unkomprimierte Multimediadaten vorgesehenen digitalen Übertragungsstandard, der entwickelt wurde, um elektromagnetische Störungen, wie sie bei der analogen Übertragung auftreten, zu eliminieren; so wird TMDS etwa bei DVI-Übertragungen (DVI = Digital Visual Interface) und/oder bei HDMI-Übertragungen (HDMI = High Definition Multimedia Interface) dazu benutzt, sehr hochauflösende Bildschirme anzusteuern, wobei TMDS-kodierte Signale Datenraten im Bereich von mehreren Gigabit pro Sekunde aufweisen können.

Gemäß Seite 38 der Version 1.3a der vom 10. November 2006 datierenden HDMI-Spezifikation (beteiligte Unternehmen: Hitachi Ltd., Matsushita Electric Industrial Co. Ltd., Philips Consumer Electronics International B.V., Silicon Image Inc., Sony Corporation, Thomson Inc., Toshiba Corporation) bedient sich die TMDS-Technologie eines Stromtreibers, um ein differentielles Niedrigspannungssignal auf der Senkenseite einer gleichstromgekoppelten Übertragungsleitung zu entwickeln.

Die Verbindungsreferenzspannung oder Versorgungsspannung definiert den oberen Spannungswert für jeden der beiden Anschlüsse des differentiellen Signals, während der untere Spannungswert durch die Stromquelle der HDMI-Quelle und durch den Abschlusswiderstand an der Senke bestimmt ist. Der Abschlusswiderstand und die charakteristische Impedanz des Kabels sind aufeinander abzustimmen.

Im Detail wird die elektrische Verbindung zwischen der Verbindungsschnittstelle der Datenquelle und der Verbindungsschnittstelle der Datensenke zum Beispiel mittels eines Kupferkabels KK (mit Impedanz Z_0 pro differentiell Kupferaderpaar; vgl. Fig. 3) bewerkstelligt. Die TMDS-kodierten Signale werden als Ausgangsstromsignal von der Datenquelle mittels eines Ausgangsstromtreibers (Transmitter TM mit Stromquelle SQ und Doppelschalter D, D'; vgl. Fig. 3) zur Verfügung gestellt.

Über den gleichspannungsgekoppelten Übertragungskanal KK zwischen der Datenquelle und der Datensenke erfolgt die korrekte Leitungsterminierung im Empfänger (Receiver RC; vgl. Fig. 3). An dieser Leitungsterminierung in Form zweier parallel geschalteter Ohmscher Widerstände R_T , R_T' (vgl. Fig. 3) im Empfänger TM wird auf der Grundlage der Versorgungsspannung AV_{CC} die für den Eingangsverstärker EV erforderliche Eingangs-

signalspannung generiert.

Fig. 3 zeigt das vorstehend in Bezug auf den Stand der Technik Beschriebene in Form eines konzeptionell-schematischen Schaltbilds für ein differentielles TMDS-Signal, wobei aus Fig. 3 des Weiteren ersichtlich ist, dass der Empfänger RC die Gleichspannungsversorgung des Ausgangsstromtreibers des Transmitters TM übernimmt. Des Weiteren stellt die Verbindungsschnittstelle der Datenquelle eine Spannungsversorgung in der Größenordnung von etwa fünf Volt für die Datensenke zur Verfügung, die mit maximal etwa 55 Milliampere belastet werden darf.

Im Hinblick auf den geschilderten Stand der Technik zu bedenken ist allerdings, dass TMDS-kodierte Signale einer HDMI-Datenverbindung pro differentiellem Aderpaar AD, AD' (vgl. Fig. 3) des Kupferkabels KK Datenübertragungsraten von mehreren Gigabit pro Sekunde unterstützen können sollen. Dies bedingt, dass sehr hochwertige und damit teure Kupferkabel benutzt werden müssen, wenn längere Distanzen zwischen Datenquelle und Datensenke zu überwinden sind.

Darstellung der vorliegenden Erfindung: Aufgabe, Lösung, Vorteile

Ausgehend von den vorstehend dargelegten Nachteilen und Unzulänglichkeiten sowie unter Würdigung des umrissenen Stands der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung sowie ein Verfahren zum kostengünstigen Übertragen von, insbesondere mindestens einer DVI-Datenverbindung und/oder mindestens einer HDMI-Datenverbindung zugeordneten, zumindest partiell, insbesondere zumindest zeitabschnittsweise, TMDS-kodierten Signalen von mindestens einer Datenquelle zu mindestens einer Datensenke bereit zu stellen.

Diese Aufgabe wird durch eine Schaltungsanordnung mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen sowie durch ein Verfahren mit den im Anspruch 12 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und zweckmäßige Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen gekennzeichnet.

Unter Einsatz der Schaltungsanordnung sowie der Schaltungstechnik gemäß der vorliegenden Erfindung ist mindestens eine kabelbasierte Verbindung realisierbar, die keiner weiteren elektrischen Versorgung – außer der an den elektrischen Kontakten ohnehin bereits vorhandenen elektrischen Versorgung – bedarf.

Im Spezielleren können mittels der Schaltungsanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung sowie mittels des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung Signale, die zumindest partiell, insbesondere zumindest zeitabschnittsweise TMDS-kodiert sind, im Wege der optischen Signalübertragung von mindestens einer Datenquelle zu mindestens einer Datensenke transportiert werden, insbesondere auf Basis mindestens einer DVI-Datenverbindung und/oder mindestens einer HDMI-Datenverbindung.

Hierbei stellt die (eine Umwandlung des elektrischen Signals in ein optisches Signal mittels mindestens eines elektro-optischen Wandlers und zurück mittels mindestens eines opto-elektrischen Wandlers bedingende) optische Signalübertragung über Glasfaser oder über Kunststofffaser, wie etwa über Plastikfaser, eine preisefiziente Alternative zu hochwertigen, teuren Kupferkabeln dar.

Der Fachmann auf dem vorliegenden technischen Gebiet, zum Beispiel ein Fachingenieur der Nachrichtentechnik mit vertieften Kenntnissen im Multimediabereich, wird in Bezug auf die vorliegende Erfindung insbesondere die Entbehrlichkeit einer zusätzlichen externen Stromversorgung zu schätzen wissen; dies bedeutet, dass die Versorgung der mindestens einen Treiberschaltung bzw. der mindestens einen Transimpedanzwandlerschaltung erfindungsgemäß allein mittels der an den Verbindungsschnittstellen, insbesondere an den DVI-Übertragungsschnittstellen oder an den HDMI-Übertragungsschnittstellen, der Datenquelle und der Datensenke zur Verfügung gestellten Spannungen und Ströme erfolgt.

Die vorliegende Erfindung macht sich also die Tatsache zunutze, dass die Stromversorgung der mindestens einen Treiberschaltung bzw. der mindestens einen Transimpedanzwandlerschaltung nicht von einer (oder gar mehreren) zusätzlichen externen Stromversorgungsquelle(n) herrührt, sondern vielmehr von den Verbindungsschnittstellen der Datenquelle bzw. der Datensenke zur Verfügung gestellt werden kann.

Dies ist im Sinne der vorliegenden Erfindung besonders vorteilhaft, denn externe Stromversorgungsquellen erweisen sich im Consumerelektronikbereich als technisch umständlich und bedeuten einen erheblichen Verkaufsnachteil. Andere Schaltungsanordnungen als die im Rahmen der vorliegenden Erfindung vorgestellte Schaltungsanordnung sind typischerweise aufgrund begrenzter zur Verfügung stehender elektrischer Leistung nicht betriebsfähig.

Die Schaltungsanordnung mit der mindestens einen Treiberschaltung gemäß der vorliegenden Erfindung sowie mit der mindestens einen Transimpedanzwandlerschaltung gemäß der vorliegenden Erfindung stellt nun eine Möglichkeit dar, die von der Verbindungsschnittstelle der Datenquelle zur Verfügung gestellten TMDS-Signale auch optisch zu übertragen, ohne dass hierfür eine zusätzliche externe Stromversorgung benötigt würde.

Angesichts der Tatsache, dass TMDS-kodierte Signale Datenraten im Bereich von mehreren Gigabit pro Sekunde aufweisen können, erlaubt die mittels der vorliegenden Erfindung ermöglichte optische Übertragung derartiger TMDS-kodierter Signale über optische Fasern den Aufbau preiswerter Signalverbindungen, die keine elektro-magnetische Störstrahlung abstrahlen und die hohe Datenraten dämpfungsarm von der Datenquelle zur Datensenke transportieren können. Die durch die vorliegend optische Übertragung bedingten Vorteile kommen insbesondere bei Kabellängen von mehr als etwa drei Metern zum Tragen.

Bedingt dadurch, dass zwischen den TMDS-Transmitter und das lichtemittierende Element die Treiberschaltung gemäß der vorliegenden Erfindung geschaltet ist, wird in besonders zweckmäßiger Weise sichergestellt, dass der aus dem TMDS-Transmitter zur Verfügung gestellte Gleichstromanteil zur Energieversorgung des lichtemittierenden Elements eingesetzt wird; der aus dem TMDS-Transmitter zur Verfügung gestellte Wechselstromanteil hingegen wird zur Modulation des durch das lichtemittierende Element geführten Stromflusses herangezogen.

Auf diese Weise wird im Ergebnis der aus dem TMDS-Transmitter zur Verfügung gestellte Gleichstromanteil mittels der nach Art eines Gleichstrom-Gleichstrom-Wandlers (DC-DC-Konverter) fungierenden Treiberschaltung in einen modulierten Signalstrom zur Ansteuerung des lichtemittierenden Elements umgeformt, was einen Transfer der durch den TMDS-Transmitter zur Verfügung gestellten Energie (Leistung) zum lichtemittierenden Element bedeutet.

Die betragsmäßige Größenordnung dieser transferierten Leistung ergibt sich als Produkt aus fließendem Gleichstromanteil und der Spannungsdifferenz zwischen der Knotenspannung am Ausgang des TMDS-Transmitters und der ebenfalls an der TMDS-Schnittstelle in der Größenordnung von etwa fünf Volt zur Verfügung stehenden Spannungsversorgung.

Die Transimpedanzwandlerschaltung wird erfindungsgemäß über einen am differentiellen Aderpaar anliegenden Gleichspannungsanteil versorgt.

Die vorliegende Erfindung betrifft des Weiteren eine Kabelverbindung zum Übertragen von, insbesondere mindestens einer DVI-Datenverbindung und/oder mindestens einer HDMI-Datenverbindung zugeordneten, zumindest partiell, insbesondere zumindest zeitabschnittsweise, TMDS-kodierten Signalen von mindestens einer Datenquelle zu mindestens einer Datensenke, aufweisend mindestens eine Schaltungsanordnung gemäß der vorstehend dargelegten Art.

Die erfindungsgemäße Bereitstellung mindestens eines derartigen aktiven optischen Übertragungskabels basiert darauf, dass die Schaltungsanordnung, das heißt die mindestens eine Treiberschaltung und/oder die min-

destens eine Transimpedanzwandlerschaltung sehr kompakt, nämlich ohne externe Stromversorgung realisiert werden können, so dass der Treiber und/oder der Transimpedanzwandler in einen handelsüblichen, insbesondere konventionellen oder regulären, DVI-Stecker und/oder HDMI-Stecker eingebaut werden können/kann.

Die vorliegende Erfindung betrifft schließlich die Verwendung mindestens einer Schaltungsanordnung gemäß der vorstehend dargelegten Art und/oder eines Verfahrens gemäß der vorstehend dargelegten Art bei der Signalverbindung, insbesondere in mindestens einer Kabelverbindung, zum Beispiel in mindestens einem aktiven optischen Übertragungskabel, zwischen mindestens einer HDTV-Datenquelle, zum Beispiel mindestens einem Blu-Ray-Player, und mindestens einer HDTV-Datensenke, zum Beispiel mindestens einem sehr hochauflösenden Flachbildschirm.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Wie bereits vorstehend erörtert, gibt es verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Hierzu wird einerseits auf die dem Anspruch 1 sowie dem Anspruch 12 nachgeordneten Ansprüche verwiesen, andererseits werden weitere Ausgestaltungen, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung nachstehend unter Anderem anhand der durch Fig. 1A bis Fig. 2B veranschaulichten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1A in konzeptuell-schematischer Darstellung ein erstes Ausführungsbeispiel des ersten Teils, nämlich des gemäß der vorliegenden Erfindung ausgebildeten Treiberteils einer Schaltungsanordnung, der nach dem Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung arbeitet;

Fig. 1B in konzeptuell-schematischer Darstellung ein zweites Ausführungsbeispiel des ersten Teils, nämlich des gemäß der vorliegenden Erfindung ausgebildeten Treiberteils einer Schaltungsanordnung, der nach dem Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung arbeitet;

Fig. 2A in konzeptuell-schematischer Darstellung ein erstes Ausführungsbeispiel des zweiten Teils, nämlich des gemäß der vorliegenden Erfindung ausgebildeten Transimpedanzwandlerteils einer Schaltungsanordnung, der nach dem Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung arbeitet;

Fig. 2B in konzeptuell-schematischer Darstellung ein zweites Ausführungsbeispiel des zweiten Teils, nämlich des gemäß der vorliegenden Erfindung ausgebildeten Transimpedanzwandlerteils einer Schaltungsanordnung, der nach dem Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung arbeitet; und

Fig. 3 in konzeptuell-schematischer Darstellung ein Beispiel einer Schaltungsanordnung aus dem Stand der Technik.

Gleiche oder ähnliche Ausgestaltungen, Elemente oder Merkmale sind in Fig. 1A bis Fig. 3 mit identischen Bezugszeichen versehen.

Bester Weg zur Ausführung der vorliegenden Erfindung

- Mittels der anhand Fig. 1A veranschaulichten Treiberschaltung S1 bzw. der anhand Fig. 1B veranschaulichten Treiberschaltung S1' gemäß der vorliegenden Erfindung und
- mittels der anhand Fig. 2A veranschaulichten Transimpedanzwandlerschaltung S2 bzw. der anhand Fig. 2B veranschaulichten Transimpedanzwandlerschaltung S2' gemäß der vorliegenden Erfindung,
durch die zusammen die Schaltungsanordnung 100 (vgl. Fig. 1A, Fig. 2A) bzw. die Schaltungsanordnung 100' (vgl. Fig. 1B, Fig. 2B) gemäß der vorliegenden Erfindung gebildet wird (im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist es möglich, die Treiberschaltung S1, S1' und die Transimpedanzwandlerschaltung S2, S2' unabhängig voneinander zu realisieren und zu betreiben), ist es grundsätzlich möglich, eine kabelbasierte Verbindung zu reali-

sieren und zu betreiben, die keiner weiteren elektrischen Versorgung – außer der an den elektrischen Kontakten ohnehin bereits vorhandenen elektrischen Versorgung – bedarf, und sich demzufolge nahtlos in mindestens einen DVI- und/oder HDMI-Übertragungskanal eines aktiven optischen Übertragungskabels einzufügen, ohne die existierende Verbindungsschnittstelle IQ der Datenquelle sowie die existierende Verbindungsschnittstelle IS der Datensenke modifizieren zu müssen oder diese Schnittstellen IQ, IS außerhalb der für diese Schnittstellen IQ, IS erlaubten Spezifikationen betreiben zu müssen.

In besonders bevorzugter Ausführung werden alle zur Bilddatenübertragung genutzten Signale einer DVI- und/oder HDMI-Verbindung auf diese Weise über optische Kanäle von der DVI-/HDMI-Quelle zur DVI-/HDMI-Senke übertragen.

Zur Vermeidung überflüssiger Wiederholungen beziehen sich die nachfolgenden Erläuterungen hinsichtlich der Ausgestaltungen, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung – soweit nicht anderweitig angegeben –

- sowohl auf das in Fig. 1A dargestellte erste Ausführungsbeispiel des ersten Teils, nämlich des Treiberteils S1 einer Schaltungsanordnung 100 gemäß der vorliegenden Erfindung
- als auch auf das in Fig. 1B dargestellte zweite Ausführungsbeispiel des zweiten Teils, nämlich des Treiberteils S1' einer Schaltungsanordnung 100' gemäß der vorliegenden Erfindung.

Hierbei zeigen Fig. 1A bzw. Fig. 1B den prinzipiellen Aufbau des Treibers S1 bzw. S1' zum Anschluss an die Verbindungsschnittstelle IQ der Datenquelle. Diese Verbindungsschnittstelle IQ der Datenquelle stellt eine Spannungsversorgung $V_{DVI/HDMI}$ in der Größenordnung von etwa fünf Volt zur Verfügung, die mit maximal etwa 55 Milliampere belastet werden darf.

Diese Versorgungsspannung $V_{DVI/HDMI}$ wird dem Treiber S1 bzw. S1' zugeführt, der

- gemäß Fig. 1A ein zum Beispiel als Querregler oder Shunt-Regler (sogenannter shunt regulator) ausgebildetes spannungsbegrenzendes Element LT_1 bzw.
- gemäß Fig. 1B einen Spannungsregler REG_1 aufweist.

Des Weiteren weist der Treiber S1 bzw. S1' eine zum Beispiel als Spannungsverdoppler ausgebildete und/oder zum Beispiel als Gleichspannungswandler wirkende Spannungserhöhungsschaltung DB_1 , Terminierungswiderstände R_{T1} und R_{T2} , einen Stützkondensator C_1 , eine Eingangsverstärkerschaltung DRV_1 und einen Schalttransistor T_1 auf. Zusätzlich weist das zweite Ausführungsbeispiel des Treibers S1' gemäß Fig. 1B einen als Source-Folger (sogenannter source follower) arbeitenden Schalttransistor T_2 auf.

An die Treiberschaltung S1 bzw. S1' ist mindestens ein lichtemittierendes Element LD_1 , zum Beispiel mindestens eine Leuchtdiode, mindestens eine lichtemittierende Diode (= LED = Light Emitting Diode), mindestens eine Laserdiode oder mindestens ein Laser, wie etwa mindestens ein Halbleiterlaser, angeschlossen [im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird unter dem Begriff Licht bzw. lichtemittierend nicht nur der für das Auge sichtbare Bereich der elektromagnetischen Strahlung verstanden, der sich in einem Wellenlängenbereich von etwa 380 Nanometer bis etwa 780 Nanometer erstreckt, was einer Frequenz von etwa 789 Terahertz bis herab zu etwa 385 Terahertz entspricht; vielmehr wird unter dem Begriff Licht bzw. lichtemittierend das gesamte, also auch das für das Auge nicht sichtbare elektromagnetische Wellenlängen- bzw. Frequenzspektrum verstanden, insbesondere der [infra]R[ot]-Bereich (Wellenlängenbereich bis zu etwa 2.000 Nanometer bzw. Frequenzbereich bis herab zu etwa 150 Terahertz), zum Beispiel eine Wellenlänge von etwa 850 Nanometer bzw. eine Frequenz von etwa 350 Terahertz].

Das lichtemittierende Element LD_1 koppelt das mit dem Datensignal beaufschlagte Licht L_{TMDs} in eine optische Faser F_1 ein. Über das spannungsbegrenzende Element LT_1 wird beim ersten Ausführungsbeispiel des Treibers S1 gemäß Fig. 1A eine definierte Potential- oder Spannungsdifferenz V_{LT1} erzeugt, die die Eingangsspannung für die Spannungserhöhungsschaltung DB_1 darstellt; entsprechend wird über das Spannungsreglement REG_1 beim zweiten Ausführungsbeispiel des Treibers S1' gemäß Fig. 1B eine definierte Terminierungs-

spannung V_{Term} erzeugt, die die Eingangsspannung für die Spannungserhöhungsschaltung DB_1 darstellt.

Mittels der Spannungserhöhungsschaltung DB_1 wird

- diese Potential- oder Spannungsdifferenz $V_{\text{LT}1}$ (vgl. erstes Ausführungsbeispiel des Treibers $S1$ gemäß Fig. 1A) bzw.
- diese Terminierungsspannung V_{Term} (vgl. zweites Ausführungsbeispiel des Treibers $S1'$ gemäß Fig. 1B) auf einen zum Betreiben des lichtemittierenden Elements LD_1 notwendigen Spannungsbetrag gebracht; zum Beispiel kann diese Potential- oder Spannungsdifferenz $V_{\text{LT}1}$ bzw. diese Terminierungsspannung V_{Term} mittels der Spannungserhöhungsschaltung DB_1 um etwa den Faktor 1,5 auf eine zum Betreiben des lichtemittierenden Elements LD_1 notwendige Spannung von etwa 2,5 Volt gebracht werden.

Der Eingangsanschluss V_{in} der Spannungserhöhungsschaltung DB_1 wird

- mit der Potential- oder Spannungsdifferenz $V_{\text{LT}1}$ (vgl. erstes Ausführungsbeispiel des Treibers $S1$ gemäß Fig. 1A) bzw.
- mit der Terminierungsspannung V_{Term} (vgl. zweites Ausführungsbeispiel des Treibers $S1'$ gemäß Fig. 1B) beaufschlagt; der Ausgangsanschluss V_{out} der Spannungserhöhungsschaltung DB_1 ist mit dem Stützkondensator C_1 sowie mit dem Ausgangsanschluss des lichtemittierenden Elements LD_1 verbunden; der Bezugsanschluss Ref der Spannungserhöhungsschaltung DB_1 liegt auf Versorgungsspannung $V_{\text{DVI/HDMI}}$; dementsprechend nutzt die Treiberschaltung $S1$ bzw. $S1'$ die Versorgungsspannung $V_{\text{DVI/HDMI}}$ als Bezugspunkt.

Über die Treiberschaltung $S1$ bzw. $S1'$ wird sichergestellt, dass der aus einem TMDS-Transmitter TM zur Verfügung gestellte Gleichstromanteil zur Stromversorgung des lichtemittierenden Elements LD_1 genutzt wird. Mittels des Eingangsverstärkers DRV_1 und des Schalttransistors T_1 wird der Stromfluss durch das lichtemittierende Element LD_1 in Abhängigkeit vom differentiellen Ausgangssignal des TMDS-Transmitters TM moduliert.

Das Gate oder die Basis des Schalttransistors T_1 ist mit dem Ausgangsanschluss des Verstärkers DRV_1 verbunden. Das Drain oder der Kollektor des Schalttransistors T_1 ist der Versorgungsspannung $V_{\text{DVI/HDMI}}$ zugeordnet; insbesondere liegt das Drain oder der Kollektor des Schalttransistors T_1 im Wesentlichen auf Versorgungsspannung $V_{\text{DVI/HDMI}}$. Das Source oder der Emitter des Schalttransistors T_1 ist mit dem Eingangsanschluss des lichtemittierenden Elements LD_1 verbunden.

Durch den als Source-Folger (sogenannter source follower) arbeitenden Transistor T_2 wird beim zweiten Ausführungsbeispiel des Treibers $S1'$ gemäß Fig. 1B sichergestellt, dass am lichtemittierenden Element LD_1 auch während der Phasen, in denen der erste Transistor T_1 ausgeschaltet ist, stets eine Mindestspannung anliegt. Durch diese technische Maßnahme kann eine Verringerung der Einschaltverzögerung des lichtemittierenden Elements LD_1 erzielt werden, wodurch auch hohe Signalfrequenzen durch das lichtemittierende Element LD_1 übertragbar werden.

Das Gate oder die Basis des zweiten Schalttransistors T_2 ist der Versorgungsspannung $V_{\text{DVI/HDMI}}$ zugeordnet; insbesondere kann das Gate oder die Basis des zweiten Schalttransistors T_2 auch geringfügig abweichend von der Versorgungsspannung $V_{\text{DVI/HDMI}}$ gewählt werden, um eine Optimierung auf den günstigsten Arbeitspunkt des lichtemittierenden Elements LD_1 zu erzielen. Das Drain oder der Kollektor des zweiten Schalttransistors T_2 ist der Versorgungsspannung $V_{\text{DVI/HDMI}}$ zugeordnet; insbesondere liegt das Drain oder der Kollektor des zweiten Schalttransistors T_2 im Wesentlichen auf Versorgungsspannung $V_{\text{DVI/HDMI}}$. Das Source oder der Emitter des zweiten Schalttransistors T_2 ist mit dem Source oder dem Emitter des Schalttransistors T_1 sowie mit dem Eingangsanschluss des lichtemittierenden Elements LD_1 verbunden.

Zur korrekten Einstellung des Arbeitspunkts der Ausgangsstufe des TMDS-Transmitters TM , dessen differentielltem Ausgang zwei spiegelbildlich zueinander geschaltete Transistoren TS , TS' vorgeschaltet sind, wird dem TMDS-Transmitter TM

- beim ersten Ausführungsbeispiel der Treiberschaltung $S1$ gemäß Fig. 1A die Differenz aus Potential- oder Spannungsdifferenz $V_{\text{LT}1}$ und Spannungsversorgung $V_{\text{DVI/HDMI}}$

- beim zweiten Ausführungsbeispiel der Treiberschaltung S1' gemäß Fig. 1B die Ausgangsspannung V_{Term} des Spannungsreglers REG_1 über die zum Zwecke der zumindest partiellen Terminierung der differentiellen Verbindungsleitung AD, AD' vorgesehenen Terminierungswiderstände R_{T1} , R_{T2} zur Verfügung gestellt.

Der erste Terminierungswiderstand R_{T1} ist zwischen den Eingangsanschluss des spannungsbegrenzenden Elements LT_1 (vgl. erstes Ausführungsbeispiel des Treibers S1 gemäß Fig. 1A) bzw. des Spannungsreglers REG_1 (vgl. zweites Ausführungsbeispiel des Treibers S1' gemäß Fig. 1B) und einen ersten Eingangsanschluss der Verstärkerschaltung DRV_1 geschaltet; der zweite Terminierungswiderstand R_{T2} ist zwischen den Eingangsanschluss des spannungsbegrenzenden Elements LT_1 (vgl. erstes Ausführungsbeispiel des Treibers S1 gemäß Fig. 1A) bzw. des Spannungsreglers REG_1 (vgl. zweites Ausführungsbeispiel des Treibers S1' gemäß Fig. 1B) und einen zweiten Eingangsanschluss der Verstärkerschaltung DRV_1 geschaltet.

Zur Vermeidung überflüssiger Wiederholungen beziehen sich die nachfolgenden Erläuterungen hinsichtlich der Ausgestaltungen, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung – soweit nicht anderweitig angegeben –

- sowohl auf das in Fig. 2A dargestellte erste Ausführungsbeispiel des zweiten Teils, nämlich des Transimpedanzwandlerteils S2 der Schaltungsanordnung 100 gemäß der vorliegenden Erfindung
- als auch auf das in Fig. 2B dargestellte zweite Ausführungsbeispiel des zweiten Teils, nämlich des Transimpedanzwandlerteils S2' der Schaltungsanordnung 100' gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2A bzw. Fig. 2B zeigen den prinzipiellen Aufbau des Transimpedanzwandlers S2 bzw. S2' zum Anschluss an die Verbindungsschnittstelle IS der Datensenke. Diese Verbindungsschnittstelle IS der Datensenke hat keine explizite Spannungsversorgung, die dem Transimpedanzwandler S2 bzw. S2' die notwendige Energie zur Verfügung stellen könnte.

Jedoch dient der TMDs-Receiver RC der Verbindungsschnittstelle IS der Datensenke im Falle einer galvanischen Verbindung zwischen Datenquelle und Datensenke dazu, den TMDs-Transmitter TM korrekt zu terminieren und der Ausgangsstufe des TMDs-Transmitters TM über das differentielle Aderpaar AD, AD' zwischen Datenquelle und Datensenke die erforderliche Betriebsspannung zur Verfügung zu stellen; insbesondere wird die Transimpedanzwandlerschaltung S2 bzw. S2' über den am differentiellen Aderpaar AD, AD' anliegenden Gleichspannungsanteil versorgt.

Diesen Umstand nutzt die Transimpedanzwandlerschaltung S2 bzw. S2' aus, die einen Verstärker TIA_1 und Widerstände R_1 , R_2 , R_3 aufweist. Darüber hinaus

- weist das erste Ausführungsbeispiel der Transimpedanzwandlerschaltung S2 gemäß Fig. 2A Kopplungskondensatoren C_2 und C_3 , Stützkondensatoren C_4 und C_5 sowie in Reihe zueinander geschaltete Siliziumdioden D_1 und D_2 auf,
- wohingegen das zweite Ausführungsbeispiel der Transimpedanzwandlerschaltung S2' gemäß Fig. 2B ein Paar von Schalttransistoren T_3 , T_4 sowie einen Stützkondensator C_2 aufweist.

Der TMDs-Receiver RC der Verbindungsschnittstelle IS der Datensenke stellt über interne, parallel geschaltete Ohmsche Terminierungswiderstände R_T , R_T' an seinem differentiellen Eingang eine im Falle einer galvanischen Verbindung zwischen Datenquelle und Datensenke mit bis zu etwa zwölf Milliampere pro differentiellem Eingang belastbare Betriebsspannung AV_{CC} in der Größenordnung von etwa 3,3 Volt zur Verfügung. Gleichzeitig wird auf der Grundlage dieser Betriebsspannung AV_{CC} an der Terminierung R_T , R_T' im TMDs-Empfänger TM die für den Eingangsverstärker EV erforderliche Eingangsspannung generiert.

Der am differentiellen Eingang des TMDs-Receivers RC angeschlossene Transimpedanzwandler S2 bzw. S2' generiert aus der so zur Verfügung gestellten Betriebsspannung AV_{CC} über die zum Zwecke der zumindest partiellen Terminierung der differentiellen Verbindungsleitung AD, AD' vorgesehenen (Terminierungs-)Widerstände R_1 , R_2 für den TMDs-Receiver RC die für die Einstellung des korrekten Arbeitspunkts notwendige V_{CM} oder Gleichtaktspannung (hierbei ist die V_{CM} oder Common Mode Voltage ein Kennwert von Operati-

ons- oder Differenzverstärkern, nämlich der Mittelwert der Eingangsspannungen am Operations- oder Differenzverstärker).

Beim ersten Ausführungsbeispiel der Transimpedanzwandlerschaltung S2 gemäß Fig. 2A wird diese Spannung über den Kondensator C_5 geglättet. Gleichzeitig wird diese Spannung beim ersten Ausführungsbeispiel der Transimpedanzwandlerschaltung S2 gemäß Fig. 2A dem Verstärker TIA_1 als Versorgungsspannung für die Sperrspannung V_{PD} einer dem Transimpedanzwandler S2 zugeordneten Photodiode PD_1 zur Verfügung gestellt.

Des Weiteren fließt beim ersten Ausführungsbeispiel der Transimpedanzwandlerschaltung S2 gemäß Fig. 2A der die Versorgungsspannung V_{supply} speisende Versorgungsstrom I_{supply} zumindest partiell über den ersten (Terminierungs-)Widerstand R_1 bzw. über den zweiten (Terminierungs-)Widerstand R_2 vom differentiellen Aderpaar AD, AD' zum Verstärker TIA_1 . Grundsätzlich wird als Betriebs- oder Versorgungsstrom I_{supply} des Verstärkers TIA_1 der Strom aus der Ausgangsstufe eingesetzt.

Auch wird beim ersten Ausführungsbeispiel der Transimpedanzwandlerschaltung S2 gemäß Fig. 2A von diesem Schaltungsknotenpunkt die Spannung über den Vorwiderstand R_3 auf die beiden Siliziumdioden D_1 , D_2 geführt. Über den für eine Siliziumdiode D_1 , D_2 typischen Spannungsabfall wird beim ersten Ausführungsbeispiel der Transimpedanzwandlerschaltung S2 gemäß Fig. 2A am Knotenpunkt R_1 , D_2 , C_4 die korrekte Betriebsspannung V_{supply} von etwa 1,4 Volt für den Verstärker TIA_1 erzeugt, dessen differentieller Eingang dem lichtabsorbierenden Element PD_1 zugeordnet ist. Mittels des Stützkondensators C_4 wird diese Spannung geglättet.

- Über die beiden Kopplungskondensatoren C_2 und C_3 (vgl. erstes Ausführungsbeispiel der Transimpedanzwandlerschaltung S2 gemäß Fig. 2A) bzw.

- über die beiden Schalttransistoren T_3 und T_4 (vgl. zweites Ausführungsbeispiel der Transimpedanzwandlerschaltung S2' gemäß Fig. 2B)

wird das von der angeschlossenen Photodiode PD_1 kommende und mittels des Verstärkers TIA_1 verstärkte Signal auf den differentiellen Eingang des TMDS-Receiver RC gegeben.

Beim ersten Ausführungsbeispiel der Transimpedanzwandlerschaltung S2 gemäß Fig. 2A ist der erste Kopplungskondensator C_2 dem ersten Ausgang des Verstärkers TIA_1 zugeordnet; der zweite Kopplungskondensator C_3 ist dem zweiten Ausgang des Verstärkers TIA_1 zugeordnet.

Beim zweiten Ausführungsbeispiel der Transimpedanzwandlerschaltung S2' gemäß Fig. 2B ist der erste Schalttransistor T_3 dem ersten Ausgang des Verstärkers TIA_1 zugeordnet; der zweite Schalttransistor T_4 ist dem zweiten Ausgang des Verstärkers TIA_1 zugeordnet, der das zum ersten Ausgang des Verstärkers TIA_1 gegenphasige Signal des differentiellen Ausgangssignals bereitstellt.

Im Speziellen ist beim zweiten Ausführungsbeispiel der Transimpedanzwandlerschaltung S2' gemäß Fig. 2B das Gate oder die Basis des ersten Schalttransistors T_3 mit dem ersten Ausgangsanschluss des Verstärkers TIA_1 verbunden; das Drain oder der Kollektor des ersten Schalttransistors T_3 ist dem ersten (Terminierungs-)Widerstand R_1 zugeordnet; das Source oder der Emitter des ersten Schalttransistors T_3 liegt über den Vorwiderstand R_3 auf Betriebsspannung oder Versorgungsspannung V_{supply} für den Verstärker TIA_1 .

Des Weiteren ist beim zweiten Ausführungsbeispiel der Transimpedanzwandlerschaltung S2' gemäß Fig. 2B das Gate oder die Basis des zweiten Schalttransistors T_4 mit dem zweiten Ausgangsanschluss des Verstärkers TIA_1 verbunden; das Drain oder der Kollektor des zweiten Schalttransistors T_4 ist dem zweiten (Terminierungs-)Widerstand R_2 zugeordnet; das Source oder der Emitter des zweiten Schalttransistors T_4 ist mit dem Source oder Emitter des ersten Schalttransistors T_3 verbunden und liegt über den Vorwiderstand R_3 auf Betriebsspannung oder Versorgungsspannung V_{supply} für den Verstärker TIA_1 .

Durch das Umschalten der Schalttransistoren T_3 und T_4 wird beim zweiten Ausführungsbeispiel der Transim-

pedanzwandlerschaltung S2' gemäß Fig. 2B der Versorgungsstrom I_{supply} des Verstärkers TIA₁ wechselweise entweder der ersten Ader AD oder der zweiten Ader AD' entnommen, so dass dieser Versorgungsstrom I_{supply} im Wesentlichen dazu genutzt wird, die Ausgangsspannung des differentiellen Aderpaars AD, AD' in Abhängigkeit vom eintreffenden optischen Signal zu modulieren.

Entsprechend ist beim zweiten Ausführungsbeispiel der Transimpedanzwandlerschaltung S2' gemäß Fig. 2B der die Versorgungsspannung V_{supply} des Verstärkers TIA₁ speisende Versorgungsstrom I_{supply} zumindest partiell der durch das Schalttransistorpaar T₃, T₄ fließende Strom. Grundsätzlich wird als Betriebs- oder Versorgungsstrom I_{supply} des Verstärkers TIA₁ der Strom aus der Ausgangsstufe eingesetzt.

Die zum Betrieb der Transimpedanzwandlerschaltung S2 bzw. S2' erforderliche elektrische Leistung wird der Leistung entnommen, die sich als Produkt aus Gleichstromanteil in der Verbindung zwischen der Transimpedanzwandlerschaltung S2 bzw. S2' und dem TMDS-Receiver RC und aus Gleichspannungsanteil am TMDS-Receiver RC ergibt.

Die elektrische Leistung zum Betreiben des Verstärkers TIA₁ der Transimpedanzwandlerschaltung S2 bzw. S2' wird derjenigen elektrischen Leistung entnommen, die sich als Produkt aus Gleichstromanteil in der Verbindung zwischen der Transimpedanzwandlerschaltung S2 bzw. S2' und dem TMDS-Receiver RC und aus der Potentialdifferenz oder Spannungsdifferenz zwischen der Knotenspannung am Ausgang des TMDS-Transmitters TM und der ebenfalls an der TMDS-Schnittstelle in der Größenordnung von etwa drei Volt zur Verfügung stehenden Spannungsversorgung ergibt.

Bezugszeichenliste

25	100	Schaltungsanordnung (= erstes Ausführungsbeispiel; vgl. Fig. 1A, Fig. 2A)
	100'	Schaltungsanordnung (= zweites Ausführungsbeispiel; vgl. Fig. 1B, Fig. 2B)
	AD	erste Ader des differentiellen Aderpaars AD, AD'
	AD'	zweite Ader des differentiellen Aderpaars AD, AD'
	AV _{CC}	Betriebsspannung oder Versorgungsspannung
30	C ₁	Stützkondensator der Treiberschaltung S1, S1'
	C ₂	erster Kopplungskondensator der Transimpedanzwandlerschaltung S2
	C ₂ '	Stützkondensator der Transimpedanzwandlerschaltung S2'
	C ₃	zweiter Kopplungskondensator der Transimpedanzwandlerschaltung S2
	C ₄	erster Stützkondensator der Transimpedanzwandlerschaltung S2
35	C ₅	zweiter Stützkondensator der Transimpedanzwandlerschaltung S2
	D	erster Schalter des Ausgangsstromtreibers oder Transmitters TM (= Beispiel aus dem Stand der Technik; vgl. Fig. 3)
	D'	zweiter Schalter des Ausgangsstromtreibers oder Transmitters TM (= Beispiel aus dem Stand der Technik; vgl. Fig. 3)
40	D ₁	erste Siliziumdiode der Transimpedanzwandlerschaltung S2
	D ₂	zweite Siliziumdiode der Transimpedanzwandlerschaltung S2
	DB ₁	Spannungserhöhungsschaltung, insbesondere Spannungsverdoppler, der Treiberschaltung S1, S1'
	DRV ₁	Verstärkerschaltung, insbesondere Eingangsverstärker, der Treiberschaltung S1, S1'
	EV	Verstärkerschaltung, insbesondere Eingangsverstärker, des Empfängers oder Receivers RC
45	F ₁	optische Faser, insbesondere Glasfaser oder Kunststofffaser, zum Beispiel Plastikfaser, zwischen Datenquelle und Datensenke
	GND	Erdpotential oder Massepotential oder Nullpotential
	IQ	einer Datenquelle zugeordnete Verbindungsschnittstelle, insbesondere DVI-/HDMI-Verbindungsschnittstelle
50	IS	einer Datensenke zugeordnete Verbindungsschnittstelle, insbesondere DVI-/HDMI-Verbindungsschnittstelle

	I_{supply}	Betriebsstrom oder Versorgungsstrom für Verstärker TIA_1
	KK	Übertragungskanal, insbesondere Kupferkabel, zwischen Datenquelle und Datensenke (= Beispiel aus dem Stand der Technik; vgl. Fig. 3)
	L_{TMDs}	mit TMDs-kodiertem Signal beaufschlagtes Licht
5	LD_1	der Treiberschaltung $S1$, $S1'$ zugeordnetes lichtemittierendes Element, insbesondere Leuchtdiode, lichtemittierende Diode, Laserdiode oder Laser, zum Beispiel Halbleiterlaser
	LT_1	spannungsbegrenzendes Element, insbesondere Querregler oder Shunt-Regler oder shunt regulator, der Treiberschaltung $S1$
10	PD_1	der Transimpedanzwandlerschaltung $S2$, $S2'$ zugeordnetes lichtabsorbierendes Element, insbesondere Photodiode
	R_1	erster, insbesondere Ohmscher, Widerstand, zum Beispiel erster Terminierungswiderstand, der Transimpedanzwandlerschaltung $S2$, $S2'$
	R_2	zweiter, insbesondere Ohmscher, Widerstand, zum Beispiel zweiter Terminierungswiderstand, der Transimpedanzwandlerschaltung $S2$, $S2'$
15	R_3	dritter, insbesondere Ohmscher, Widerstand, zum Beispiel Vorwiderstand, der Transimpedanzwandlerschaltung $S2$, $S2'$
	RC	Empfänger, insbesondere TMDs-Empfänger, oder Receiver, insbesondere TMDs- Receiver
	Ref	Bezugsanschluss der Spannungserhöhungsschaltung DB_1
	REG_1	Spannungsregelement oder Spannungsregler der Treiberschaltung $S1'$
20	R_T	erster, insbesondere Ohmscher, Terminierungswiderstand des Empfängers oder Receivers RC
	R_T'	zweiter, insbesondere Ohmscher, Terminierungswiderstand des Empfängers oder Receivers RC
	R_{T1}	erster, insbesondere Ohmscher, Terminierungswiderstand der Treiberschaltung $S1$, $S1'$
	R_{T2}	zweiter, insbesondere Ohmscher, Terminierungswiderstand der Treiberschaltung $S1$, $S1'$
	$S1$	Treiberschaltung oder Treiber (= erstes Ausführungsbeispiel; vgl. Fig. 1A)
25	$S1'$	Treiberschaltung oder Treiber (= zweites Ausführungsbeispiel; vgl. Fig. 1B)
	$S2$	Transimpedanzwandlerschaltung oder Transimpedanzwandler (= erstes Ausführungsbeispiel; vgl. Fig. 2A)
	$S2'$	Transimpedanzwandlerschaltung oder Transimpedanzwandler (= zweites Ausführungsbeispiel; vgl. Fig. 2B)
30	SQ	Stromquelle des Ausgangsstromtreibers oder Transmitters TM
	T_1	Schalttransistor, insbesondere erster Schalttransistor, der Treiberschaltung $S1$, $S1'$
	T_2	zweiter Schalttransistor, insbesondere Source-Folger oder source follower, der Treiberschaltung $S1'$
	T_3	erster Schalttransistor der Transimpedanzwandlerschaltung $S2'$
	T_4	zweiter Schalttransistor der Transimpedanzwandlerschaltung $S2'$
35	TIA_1	Verstärkerschaltung oder Verstärker der Transimpedanzwandlerschaltung $S2$, $S2'$
	TM	Ausgangsstromtreiber, insbesondere TMDs-Ausgangsstromtreiber, oder Transmitter, insbesondere TMDs-Transmitter
	TS	erster Transistor des Ausgangsstromtreibers oder Transmitters TM
40	TS'	zweiter, insbesondere spiegelbildlich zum ersten Transistor T geschalteter, Transistor des Ausgangsstromtreibers oder Transmitters TM
	$V_{\text{DVI/HDMI}}$	Versorgungsspannung, insbesondere von etwa fünf Volt
	V_{in}	Potential oder Spannung des Eingangsanschlusses der Spannungserhöhungsschaltung DB_1
	V_{LT1}	durch spannungsbegrenzendes Element LT_1 definierte Potentialdifferenz oder Spannungsdifferenz
	V_{out}	Potential oder Spannung des Ausgangsanschlusses der Spannungserhöhungsschaltung DB_1
45	V_{PD}	Sperrspannung des lichtabsorbierenden Elements PD_1
	V_{supply}	Betriebsspannung oder Versorgungsspannung für Verstärker TIA_1
	V_{Term}	durch Spannungsregelement oder Spannungsregler REG_1 definierte(s) Terminierungspotenzial oder Terminierungsspannung
	Z_0	Impedanz des differentiellen Aderpaars AD, AD' des Kupferkabels KK (= Beispiel aus dem Stand der Technik; vgl. Fig. 3)
50		

Ansprüche

1. Schaltungsanordnung (100; 100') zum Übertragen von, insbesondere mindestens einer DVI-Datenverbindung und/oder mindestens einer HDMI-Datenverbindung zugeordneten, zumindest partiell, insbesondere zumindest zeitabschnittsweise, TMDS-kodierten Signalen von mindestens einer Datenquelle zu mindestens einer Datensenke,
gekennzeichnet durch
 - mindestens eine Treiberschaltung (S1; S1'),
 - die mindestens einer der Datenquelle zugeordneten Verbindungsschnittstelle (IQ) nachgeschaltet ist und von dieser Verbindungsschnittstelle (IQ) mit einer, insbesondere mit bis zu etwa 55 Milliampere belastbaren, Versorgungsspannung ($V_{DVI/HDMI}$), zum Beispiel in der Größenordnung von etwa fünf Volt, versorgbar ist und
 - die mindestens einem zum elektro-optischen Umwandeln der elektrischen TMDS-kodierten Signale vorgesehenen lichtemittierenden Element (LD_1), insbesondere mindestens einer Leuchtdiode, mindestens einer lichtemittierenden Diode, mindestens einer Laserdioden oder mindestens einem Laser, zum Beispiel mindestens einem Halbleiterlaser, vorgeschaltet ist, mittels welchen lichtemittierenden Elements (LD_1) mit den TMDS-kodierten Signalen beaufschlagtes Licht (L_{TMDS}) in mindestens eine optische Faser (F_1), insbesondere in mindestens eine Glasfaser oder in mindestens eine Kunststoffaser, zum Beispiel in mindestens eine Plastikfaser, einkoppelbar ist, und/oder
 - mindestens eine Transimpedanzwandlerschaltung (S2; S2'),
 - die mindestens einem zum opto-elektrischen Umwandeln des mit den TMDS-kodierten Signalen beaufschlagten Licht (L_{TMDS}) vorgesehenen lichtabsorbierenden Element (PD_1), insbesondere mindestens einer Photodiode, nachgeschaltet ist, mittels welchen lichtabsorbierenden Elements (PD_1) das mit den TMDS-kodierten Signalen beaufschlagte Licht (L_{TMDS}) aus der optischen Faser (F_1) auskoppelbar ist,
 - die mindestens einer der Datensenke zugeordneten Verbindungsschnittstelle (IS) vorgeschaltet ist und
 - die über einen an mindestens einem differentiellen Aderpaar (AD, AD') anliegenden Gleichspannungsanteil versorgbar ist.
2. Schaltungsanordnung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Treiberschaltung (S1 bzw. S1') mindestens eine, insbesondere als Spannungsverdoppler ausgebildete und/oder als Gleichspannungswandler wirkende, Spannungserhöhungsschaltung (DB_1) aufweist, mittels derer elektrische Energie, insbesondere elektrische Leistung, aus einer,
 - insbesondere mittels mindestens eines spannungsbegrenzenden Elements (LT_1), zum Beispiel mittels mindestens eines Querreglers oder Shunt-Reglers, bereitstellbaren, Potentialdifferenz oder Spannungsdifferenz (V_{LT1}) bzw.,
 - insbesondere mittels mindestens eines Spannungsregelements oder Spannungsreglers (REG_1) bereitstellbaren, Terminierungsspannung (V_{Term}) entnehmbar und/oder abgebar ist.
3. Schaltungsanordnung gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Energie
 - entnehmbar ist, indem die Spannungserhöhungsschaltung (DB_1) die Potentialdifferenz oder Spannungsdifferenz (V_{LT1}) bzw. die Terminierungsspannung (V_{Term}) mit fließendem Strom belastet, der insbesondere so gerichtet ist, dass er die Potentialdifferenz oder Spannungsdifferenz (V_{LT1}) bzw. die Terminierungsspannung (V_{Term}) zu vermindern versucht, und/oder
 - abgebar ist, indem die Spannungserhöhungsschaltung (DB_1) eine zum Betreiben des lichtemittierenden Elements (LD_1) bestimmte höhere Potentialdifferenz oder Spannungsdifferenz zwischen dem Bezugsanschluss (Ref) der Spannungserhöhungsschaltung (DB_1) und dem Potential oder der Spannung (V_{out}) des Ausgangsanschlusses der Spannungserhöhungsschaltung (DB_1) mit fließendem Strom versorgt, der ins-

besondere so gerichtet ist, dass er die höhere Potentialdifferenz oder Spannungsdifferenz zu vergrößern versucht.

4. Schaltungsanordnung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Treiberschaltung (S1 bzw. S1') mindestens eine Verstärkerschaltung (DRV₁), insbesondere mindestens einen Eingangsverstärker, und mindestens einen Schalttransistor (T₁) zum Modulieren des durch das lichtemittierende Element (LD₁) fließenden Stroms, insbesondere in Abhängigkeit vom differentiellen Ausgangssignal mindestens eines TMDS-Transmitters (TM) der der Datenquelle zugeordneten Verbindungsschnittstelle (IQ), aufweist,
 - wobei das Gate oder die Basis des Schalttransistors (T₁) mit dem Ausgangsanschluss der Verstärkerschaltung (DRV₁) verbunden ist,
 - wobei das Drain oder der Kollektor des Schalttransistors (T₁) der Versorgungsspannung (V_{DVI/HDMI}) zugeordnet ist, insbesondere im Wesentlichen auf Versorgungsspannung (V_{DVI/HDMI}) liegt,
 - wobei das Source oder der Emmitter des Schalttransistors (T₁) mit dem Eingangsanschluss des lichtemittierenden Elements (LD₁) verbunden ist.
5. Schaltungsanordnung gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Treiberschaltung (S1') mindestens einen, insbesondere als Source-Folger ausgebildeten, zweiten Schalttransistor (T₂) aufweist,
 - wobei das Gate oder die Basis des zweiten Schalttransistors (T₂) der Versorgungsspannung (V_{DVI/HDMI}) zugeordnet ist, insbesondere geringfügig abweichend von der Versorgungsspannung (V_{DVI/HDMI}) einstellbar ist,
 - wobei das Drain oder der Kollektor des zweiten Schalttransistors (T₂) der Versorgungsspannung (V_{DVI/HDMI}) zugeordnet ist, insbesondere im Wesentlichen auf Versorgungsspannung (V_{DVI/HDMI}) liegt,
 - wobei das Source oder der Emmitter des zweiten Schalttransistors (T₂) mit dem Source oder dem Emmitter des ersten Schalttransistors (T₁) und mit dem Eingangsanschluss des lichtemittierenden Elements (LD₁) verbunden ist.
6. Schaltungsanordnung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Treiberschaltung (S1 bzw. S1') zum zumindest partiellen Terminieren des differentiellen Aderpaars (AD, AD')
 - mindestens einen ersten, zwischen den Eingangsanschluss des spannungsbegrenzenden Elements (LT₁) bzw. des Spannungsregelements oder Spannungsreglers (REG₁) und einen ersten Eingangsanschluss der Verstärkerschaltung (DRV₁) geschalteten Terminierungswiderstand (R_{T1}) sowie
 - mindestens einen zweiten, zwischen den Eingangsanschluss des spannungsbegrenzenden Elements (LT₁) bzw. des Spannungsregelements oder Spannungsreglers (REG₁) und einen zweiten Eingangsanschluss der Verstärkerschaltung (DRV₁) geschalteten Terminierungswiderstand (R_{T2}) aufweist, mittels welcher Terminierungswiderstände (R_{T1}, R_{T2}) dem TMDS-Transmitter (TM) zum Einstellen des Arbeitspunkts seiner Ausgangsstufe die Differenz aus Potentialdifferenz oder Spannungsdifferenz (V_{LT1}) und Versorgungsspannung (V_{DVI/HDMI}) bzw. die Terminierungsspannung (V_{Term}) zur Verfügung gestellt werden kann.
7. Schaltungsanordnung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass, insbesondere im Falle mindestens einer galvanischen Verbindung zwischen Datenquelle und Datensenke,
 - der TMDS-Transmitter (TM) mittels mindestens eines der der Datensenke zugeordneten Verbindungsschnittstelle (IS) zugeordneten TMDS-Receiver (RC) terminierbar ist, an dessen differentiellem Eingang die Transimpedanzwandlerschaltung (S2; S2') angeschlossen ist,
 - der Transimpedanzwandlerschaltung (S2; S2'), insbesondere im Falle mindestens einer galvanischen Verbindung zwischen Datenquelle und Datensenke, mittels mindestens zweier Terminierungswiderstände

(R_T , R_T') des TMDS-Receivers (RC) eine, insbesondere mit bis zu etwa zwölf Milliampere je differentielllem Eingang belastbare, Betriebsspannung (AV_{CC}), zum Beispiel in der Größenordnung von etwa 3,3 Volt, zur Verfügung stellbar ist und/oder

- dem TMDS-Transmitter (TM), insbesondere der Ausgangsstufe des TMDS-Transmitters (TM), über das differentielle Aderpaar (AD, AD') eine Betriebsspannung zur Verfügung stellbar ist.

8. Schaltungsanordnung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Transimpedanzwandlerschaltung (S2)

- mindestens einen Verstärker (TIA_1), dessen differentieller Eingang dem lichtabsorbierenden Element (PD_1) zugeordnet ist, und
- mindestens einen dem ersten Ausgang des Verstärkers (TIA_1) zugeordneten ersten Kopplungskondensator (C_2) sowie mindestens einen dem zweiten Ausgang des Verstärkers (TIA_1) zugeordneten zweiten Kopplungskondensator (C_3) zum Beaufschlagen des differentiellen Eingangs des TMDS-Receivers (RC) mit den vom lichtabsorbierenden Element (PD_1) aufgenommenen und mittels des Verstärkers (TIA_1) verstärkten TMDS-kodierten Signalen aufweist.

9. Schaltungsanordnung gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Transimpedanzwandlerschaltung (S2) zum zumindest partiellen Terminieren des differentiellen Aderpaars (AD, AD')
- mindestens einen ersten Widerstand (R_1), insbesondere mindestens einen ersten Terminierungswiderstand, sowie
- mindestens einen zweiten Widerstand (R_2), insbesondere mindestens einen zweiten Terminierungswiderstand, aufweist, mittels welcher Widerstände (R_1 , R_2) der Arbeitspunkt der Eingangsstufe des TMDS-Receivers (RC) mittels Generieren einer Gleichtaktspannung für den TMDS-Receiver (RC) aus der Betriebsspannung (AV_{CC}) eingestellt werden kann, und
- dass der die Versorgungsspannung (V_{supply}) speisende Versorgungsstrom (I_{supply}) zumindest partiell über den ersten Widerstand (R_1) und/oder über den zweiten Widerstand (R_2) vom differentiellen Aderpaar (AD, AD') zum Verstärker (TIA_1) fließt.

10. Schaltungsanordnung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Transimpedanzwandlerschaltung (S2')

- mindestens einen Verstärker (TIA_1), dessen differentieller Eingang dem lichtabsorbierenden Element (PD_1) zugeordnet ist, und
- mindestens einen dem ersten Ausgang des Verstärkers (TIA_1) zugeordneten ersten Schalttransistor (T_3) sowie mindestens einen dem zweiten Ausgang des Verstärkers (TIA_1) zugeordneten zweiten Schalttransistor (T_4) zum Beaufschlagen des differentiellen Eingangs des TMDS-Receivers (RC) mit den vom lichtabsorbierenden Element (PD_1) aufgenommenen und mittels des Verstärkers (TIA_1) verstärkten TMDS-kodierten Signalen aufweist, wobei der die Versorgungsspannung (V_{supply}) speisende Versorgungsstrom (I_{supply}) des Verstärkers (TIA_1) zumindest partiell der durch die Schalttransistoren (T_3 , T_4) fließende Strom ist.

11. Schaltungsanordnung gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Transimpedanzwandlerschaltung (S2') zum zumindest partiellen Terminieren des differentiellen Aderpaars (AD, AD')

- mindestens einen ersten Widerstand (R_1), insbesondere mindestens einen ersten Terminierungswiderstand, sowie
- mindestens einen zweiten Widerstand (R_2), insbesondere mindestens einen zweiten Terminierungswider-

stand,

aufweist, mittels welcher Widerstände (R_1 , R_2) der Arbeitspunkt der Eingangsstufe des TMDS-Receivers (RC) mittels Generieren einer Gleichtaktspannung für den TMDS-Receiver (RC) aus der Betriebsspannung (AV_{CC}) eingestellt werden kann.

5

12. Verfahren zum Übertragen von, insbesondere mindestens einer DVI-Datenverbindung und/oder mindestens einer HDMI-Datenverbindung zugeordneten, zumindest partiell, insbesondere zumindest zeitabschnittsweise, TMDS-kodierten Signalen von mindestens einer Datenquelle zu mindestens einer Datensenke,

10

dadurch gekennzeichnet,

- dass die Treiberschaltung ($S1$; $S1'$) von mindestens einer vorgeschalteten, der Datenquelle zugeordneten Verbindungsschnittstelle (IQ) mit einer, insbesondere mit bis zu etwa 55 Milliampere belastbaren, Versorgungsspannung ($V_{DVI/HDMI}$), zum Beispiel in der Größenordnung von etwa fünf Volt, versorgt wird,
- dass die elektrischen TMDS-kodierten Signale mittels mindestens eines der Treiberschaltung ($S1$; $S1'$) nachgeschalteten lichtemittierenden Elements (LD_1), insbesondere mittels mindestens einer Leuchtdiode, mittels mindestens einer lichtemittierenden Diode, mittels mindestens einer Laserdiode oder mittels mindestens eines Lasers, zum Beispiel mittels mindestens eines Halbleiterlasers, elektro-optisch umgewandelt und als mit den TMDS-kodierten Signalen beaufschlagtes Licht (L_{TMDS}) in mindestens eine optische Faser (F_1), insbesondere in mindestens eine Glasfaser oder in mindestens eine Kunststofffaser, zum Beispiel in mindestens eine Plastikfaser, eingekoppelt werden,
- dass der aus mindestens einem TMDS-Transmitter (TM) der der Datenquelle zugeordneten Verbindungsschnittstelle (IQ) zur Verfügung gestellte Gleichstromanteil mittels der Treiberschaltung ($S1$; $S1'$) in einen modulierten Signalstrom zur Ansteuerung des lichtemittierenden Elements (LD_1) umgeformt wird,
- dass das mit den TMDS-kodierten Signalen beaufschlagte Licht (L_{TMDS}) mittels mindestens eines lichtabsorbierenden Elements (PD_1), insbesondere mittels mindestens einer Photodiode, aus der optischen Faser (F_1) ausgekoppelt, opto-elektrisch umgewandelt und in mindestens eine dem lichtabsorbierenden Element (PD_1) nachgeschaltete, mindestens einer der Datensenke zugeordneten Verbindungsschnittstelle (IS) vorgeschaltete Transimpedanzwandlerschaltung ($S2$; $S2'$) eingespeist wird, wobei die Transimpedanzwandlerschaltung ($S2$; $S2'$) über einen an mindestens einem differentiellen Aderpaar (AD , AD') anliegenden Gleichspannungsanteil versorgt wird.

15

20

25

30

13. Verfahren gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass elektrische Energie, insbesondere elektrische Leistung, zum Betreiben der Transimpedanzwandlerschaltung ($S2$; $S2'$) derjenigen elektrischen Energie, insbesondere derjenigen elektrischen Leistung, entnommen wird, die sich als Produkt aus Gleichstromanteil in der Verbindung zwischen der Transimpedanzwandlerschaltung ($S2$; $S2'$) und mindestens einem der der Datensenke zugeordneten Verbindungsschnittstelle (IS) zugeordneten TMDS-Receiver (RC) und dem Gleichspannungsanteil am TMDS-Receiver (RC) ergibt.

35

14. Verfahren gemäß Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass, insbesondere im Falle mindestens einer galvanischen Verbindung zwischen Datenquelle und Datensenke,

40

- der TMDS-Transmitter (TM) mittels mindestens eines TMDS-Receivers (RC) der der Datensenke zugeordneten Verbindungsschnittstelle (IS) terminiert wird,
- dem TMDS-Transmitter (TM), insbesondere der Ausgangsstufe des TMDS-Transmitters (TM), über das differentielle Aderpaar (AD , AD') zwischen Datenquelle und Datensenke eine Betriebsspannung zur Verfügung gestellt wird,
- die Treiberschaltung ($S1$; $S1'$) von der der Datenquelle zugeordneten Verbindungsschnittstelle (IQ) mit einer, insbesondere mit bis zu etwa 55 Milliampere belastbaren, Versorgungsspannung ($V_{DVI/HDMI}$), zum Beispiel in der Größenordnung von etwa fünf Volt, versorgt wird,

45

- der Transimpedanzwandlerschaltung (S_2 ; S_2') mittels mindestens zweier Terminierungswiderstände (R_T , R_T') des TMDS-Receivers (RC) eine, insbesondere mit bis zu etwa zwölf Milliampere je differentielltem Eingang belastbare, Betriebsspannung (AV_{CC}), zum Beispiel in der Größenordnung von etwa 3,3 Volt, zur Verfügung gestellt wird.

5

15. Verwendung mindestens einer Schaltungsanordnung (100; 100') gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 11 und/oder eines Verfahrens gemäß mindestens einem der Ansprüche 12 bis 14 bei der Signalverbindung, insbesondere in mindestens einer Kabelverbindung, zum Beispiel in mindestens einem aktiven optischen Übertragungskabel, zwischen mindestens einer HDTV-Datenquelle, zum Beispiel mindestens einem Blu-Ray-Player, und mindestens einer HDTV-Datensenke, zum Beispiel mindestens einem sehr hochauflösenden Flachbildschirm.

10

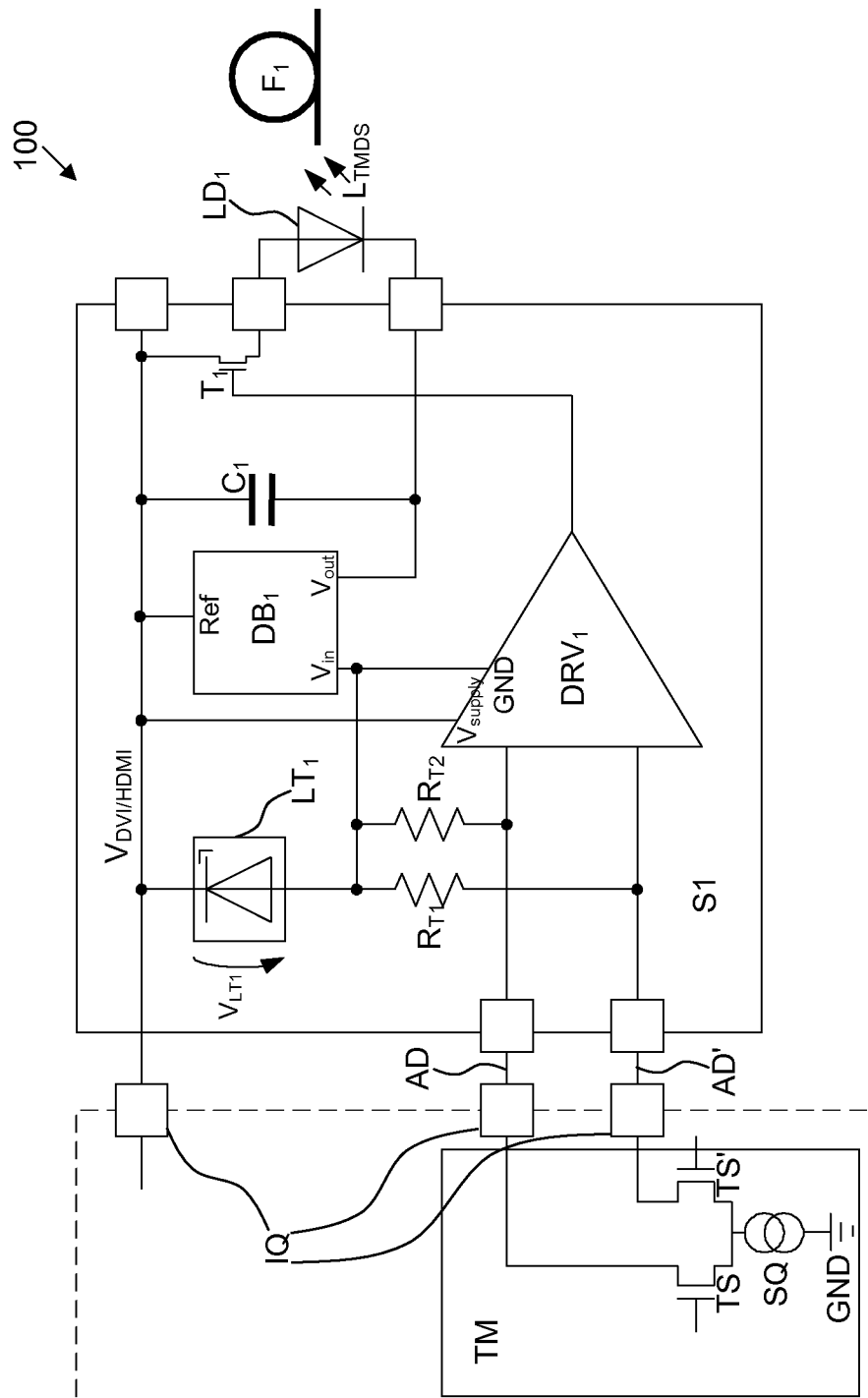


Fig. 1A

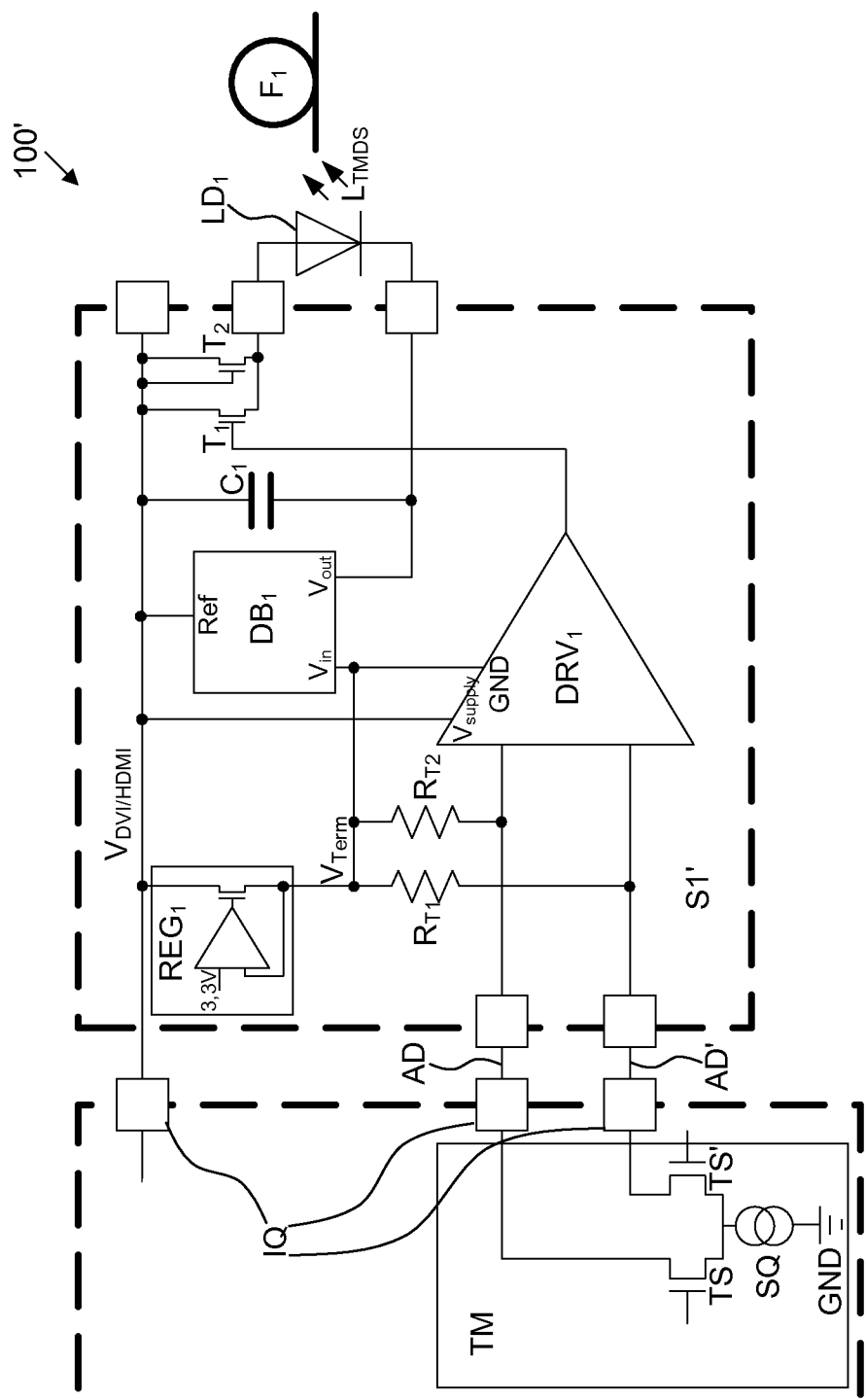


Fig. 1B

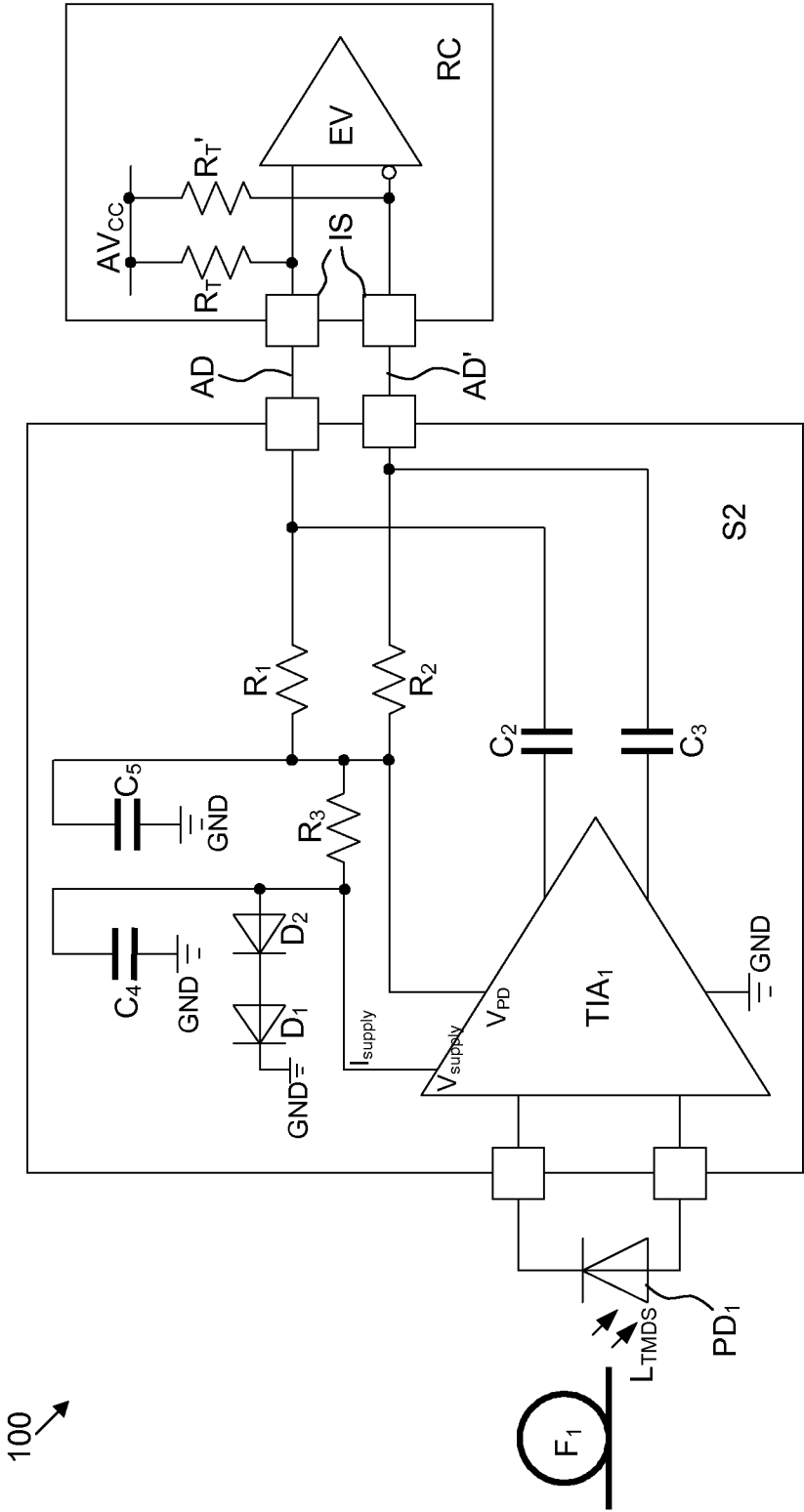


Fig. 2A

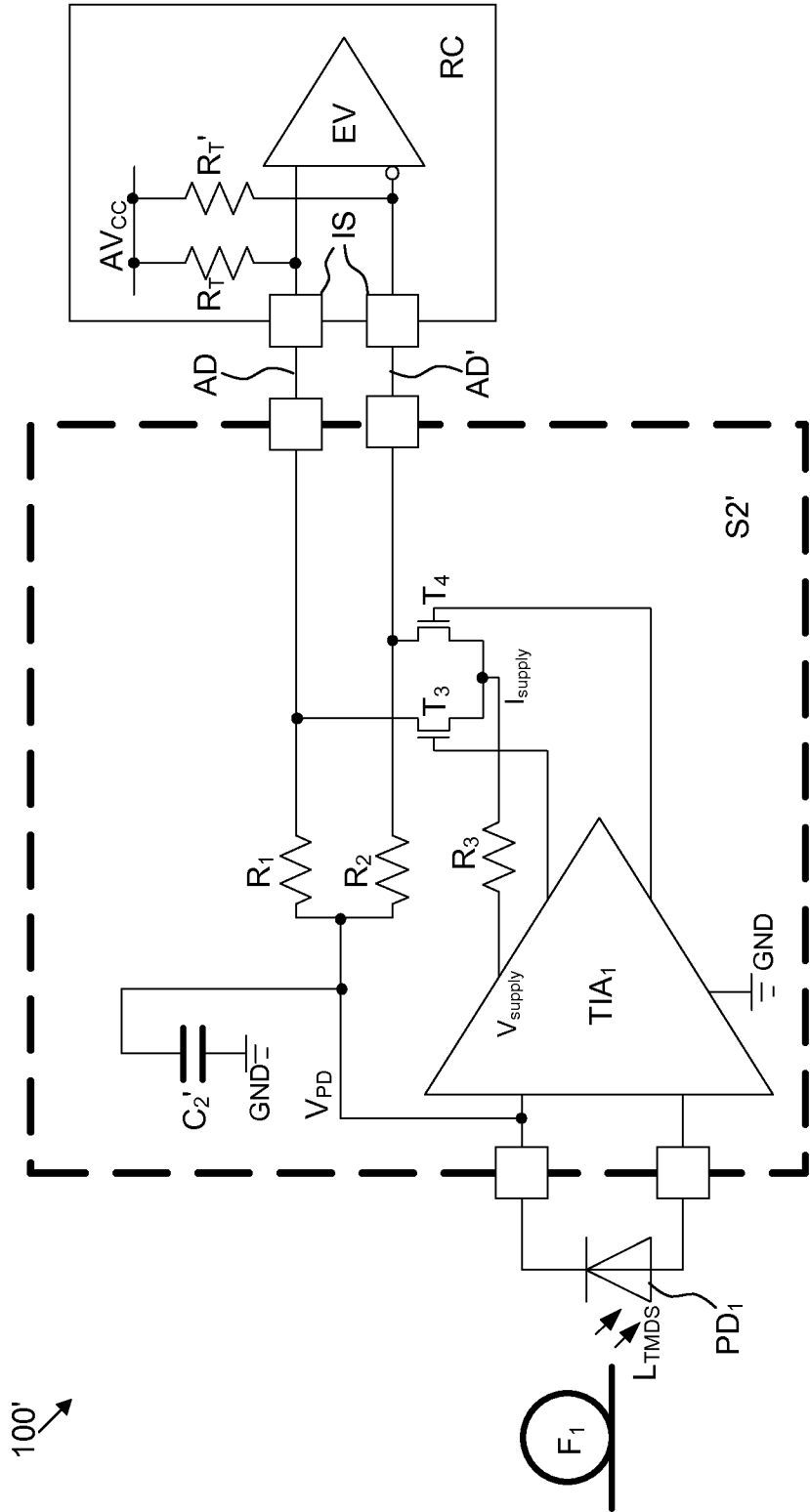


Fig. 2B

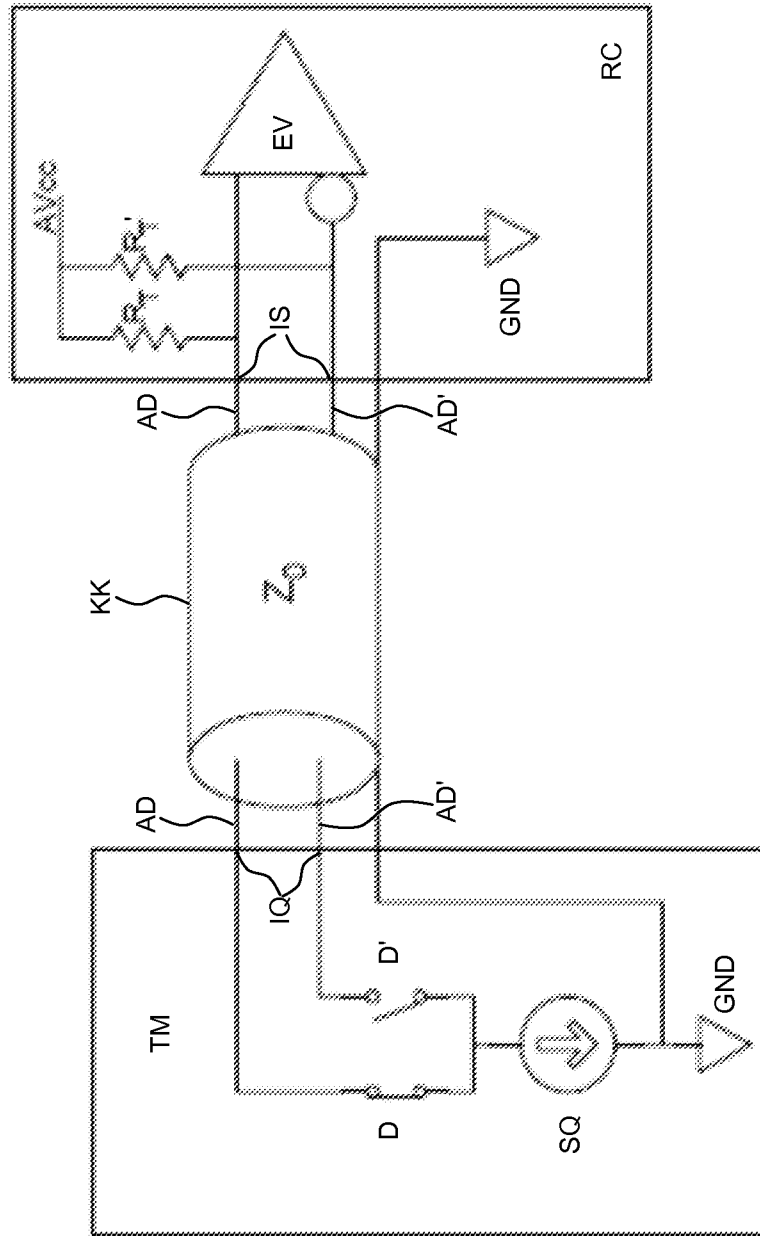


Fig. 3
(= Stand der Technik = prior art)