CH 630 760 A5

(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.³: H 04 B 9/00
G 01 D 5/36

ETH-BIBLIOTHEK ZÜRICH

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(11) **630 760**

(21) Gesuchsnummer: 8320/78

(22) Anmeldungsdatum: 04.08.1978

(30) Priorität(en): 05.08.1977 US 822270

(24) Patent erteilt: 30.06.1982

(45) Patentschrift veröffentlicht: 30.06.1982

(73) Inhaber:
Minnesota Mining and Manufacturing Company, Saint Paul/MN (US)

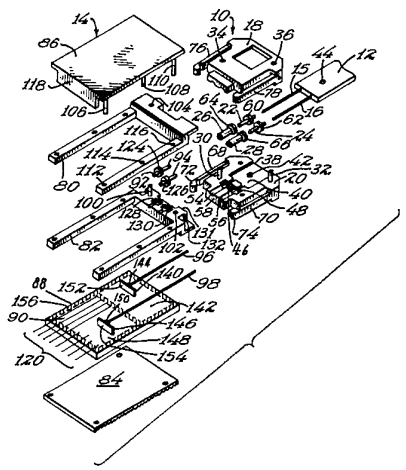
(72) Erfinder:
Robert Travis Smith, Saint Paul/MN (US)
Paul Harold Binek, Saint Paul/MN (US)

(74) Vertreter:
E. Blum & Co., Zürich

(54) Anordnung für Datenübertragungsstrecken mit optischen Faserflachkabeln.

(57) Die Anordnung hat ein Flachkabel (12) mit mehreren optischen Fasern (15, 16), einen Kabelverbinder (10) und einen Anschlussverbinder (14), der auf den Kabelverbinder aufgesetzt werden kann und eine elektrooptische Schnittstelle zu einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage bildet. Der Anschlussverbinder enthält ferner eine Transmitterschaltung und eine Empfängerschaltung. Die Transmitterschaltung enthält mindestens eine Lichtquelle, um ein elektrisches logisches Ausgangssignal in ein entsprechendes optisches Signal umzuwandeln. Die Empfängerschaltung enthält mindestens einen Photodetektor, um ein optisches logisches Signal, das über den aufgesteckten Verbinder empfangen wird, in ein entsprechendes elektrisches Signal umzuwandeln.

Die Anordnung kann also mindestens eine Duplex-Datenübertragungsstrecke darstellen, auf der eine elektrisch störfreie Zweiweg-Übertragung von digitalen Signalen über ein einziges optisches Faserflachkabel möglich ist.



PATENTANSPRÜCHE

1. Anordnung für optische Datenübertragungsstrecken mit einem Flachkabel (12) mit mindestens zwei optischen Fasern (15, 16) in einem flexiblen Einbettmaterial, einem Kabelverbinder (10), der die Fasern des Kabels optisch abschliessen kann und Gehäuseelemente (18, 20) mit Mitteln (40, 42), die ein Ende des Kabels aufnehmen und festlegen können, sowie den Fasern im Kabel zugeordnete Elemente, einen Vorderteil (58), an dem ein passender Verbinder mit dem Gehäuse verbunden werden kann, um die Faserenden im Gehäuse optisch zu koppeln, damit optische Datensignale in den aufgesteckten Verbinder ein- und aus ihm ausgekoppelt werden können, Mittel (68, 70) zum Eingriff in einen entsprechenden Vorderteil des angesteckten Verbinders und Haltemittel (22, 24) für die optischen Fasern aufweist, die die Fasern in Gehäuseelemente so in die Sollage bringen und dort festlegen, dass die Faserenden am Vorderteil des Gehäuses offenliegen und optisch koppelbar sind, und einen Anschlussverbinder (14), der auf den Kabelverbinder aufgesetzt werden kann und eine elektrooptische Schnittstelle zu elektronischen Datenverarbeitungsanlagen bildet, dadurch gekennzeichnet, dass der Anschlussverbinder (14) eine weitere Gruppe von Faserhaltemitteln (92, 94) aufweist, um die optischen Fasern (96, 98) so in die Sollage zu bringen und dort festzuhalten, dass sie koplanar mit einem Ende der Mittel abschliessen, ein zweites Gehäuseelement (80, 82), in das die andere Gruppe Faserhaltemittel eingesetzt und festgehalten werden kann, so dass die Enden der in ihnen eingesetzten Fasern optisch mit den Faserende im erstgenannten Verbinder gekoppelt werden können, und eine elektronische Schaltungsanordnung (90) im zweiten Gehäuseelement enthält, die aus einem Sendeteil (148) mit mindestens einer Lichtquelle (146), einer Modulator-Treiberanordnung (196), die ein logisches Eingangsspannungssignal derart auf die Lichtquelle koppelt, dass das Ausgangssignal der Lichtquelle sich dem Eingangssignal entsprechend ändert, einem Empfangsteil (142) aus mindestens einem Photodetektor (140) sowie einem Stromspannungswandler und Verstärker (158, 160, 162) besteht, um das Ausgangssignal des Detektors in ein entsprechendes Logikdatensignal umzuwandeln.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (80, 82) des Anschlussverbinders Mittel (84) aufweist, um die von der Schaltungsanordnung abgegebene Wärme zu zerstreuen.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Anschlussverbinder ein im wesentlichen flaches Gehäuseelement mit Mitteln (152, 154) aufweist, um die optisch aktive Oberfläche jeder Lichtquelle und jedes Photodetektors rechtwinklig zur Achse einer zugeordneten optischen Faser (96, 98) zu halten, die in dem im wesentlichen flachen Gehäuseelement festgelegt ist, und dass die elektronische Schaltungsanordnung (90) eine Hybridschaltung aus an diskrete Bauteile angeschlossenen integrierten Schaltkreisen aufweist, wobei das Gehäuse und die Schaltungsanordnung Standard-Kartenkäfigkonstruktionen entsprechend ausgeführt ist, in denen jede Karte insgesamt so bemessen ist, dass eine Vielzahl von Karten in einem Käfig mit Kartenschlitzen mit einem Mittenabstand von 12,7 mm untergebracht werden kann.

4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltungsanordnung (90) ein im wesentlichen ebenes Isolierstoffsubstrat (88) aufweist, auf dem die integrierten Schaltungen angeordnet sind, wobei zusätzliche Isolierelemente rechtwinklig zum ersterwähnten Substrat angeordnet sind, die die diskreten optischen Elemente tragen, um die obenerwähnte rechtwinklige Anordnung zu erreichen.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 zum Aufbau einer Duplex-Datenübertragungsstrecke, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltungsanordnung (90) eine Lichtquelle (146) und einen Photodetektor (140) enthält, die entfernt voneinander und in dem Gehäuse angeordnet sind, um eine elektrische Verkopplung zwischen beiden gering zu halten.

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltungsanordnung weiterhin eine elektrische Abschirmung (190) enthält, die den Empfangsteil elektrisch aufteilt und zwischen den Klein- und Grosssignalstufen angeordnet ist, um die Grosssignalstufen zu isolieren und unerwünschte Rückkopplungen gering zu halten.

7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Modulator-Treiber des Sendeteils aus einem Stromschalter (196) mit einem Modulator (198) und einer Konstantstromquelle (200) besteht und den Strom aus der Quelle wahlweise abhängig vom an den Modulator gelegten Logiksignal von der Lichtquelle zieht, während gleichzeitig der Stromschalter von den nicht zugehörigen Teilen der Schaltung isoliert ist.

8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronische Schaltungsanordnung eine Masseebene (190) aufweist, die als gemeinsamer Masseanschluss für die Kleinsignalstufen des Sendeteils und des Empfangsteils dient, wobei separate Erdungsanschlüsse vorgesehen sind, um den Modulationsstrom in der Lichtquelle von der gemeinsamen Masseebene fernzuhalten, um ein Einkoppeln der verhältnismässig starken Stromimpulse in die gemeinsame Masseebene zu vermeiden.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfangsteil Netzwerke (172, 174, 176, 178, 180, 182, 184) aufweist, um die Betriebsspannungsversorgung von den übrigen Stufen zu trennen, damit keine Signalanteile über die Betriebsspannungsversorgung in andere Stufen gelangen können.

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfangsteil eine Fehlererfassungsschaltung enthält, die an den Photodetektor angeschlossen ist und die ankommende durchschnittliche optische Leistung überwacht, diesen Leistungswert mit einem vorbestimmten Leistungsbezugswert vergleicht und den Ausgang des Empfangsteils nur dann durchschaltet, wenn die durchschnittliche aufgenommene Eingangsleistung den vorbestimmten Bezugswert übersteigt.

Die vorliegende Erfindung betrifft faseroptische Datenübertragungsstrecken und insbesondere derartige Anordnungen, mit denen sich Bandkabel mit einer Vielzahl optischer Fasern einsetzen lassen, so dass eine Datenübertragung im Duplexbetrieb möglich wird, gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Das Konzept der Verwendung optischer Fasern in der Datenübertragung ist derzeit gut fundiert - vgl. den Aufsatz von R. Gundlach, «Fiber Optic Developments Spark Worldwide Interest» in der Zeitschrift «Electronics» vom 5. August 1976. Trotz der wünschenswerten Besonderheiten einer störfreien und breitbandigen Übertragung, die erreicht werden sollen, ist die Ausnutzung derartiger Datenstrecken bisher behindert worden durch die Schwierigkeit, zuverlässige, billige und verlustarme Verbindungen zwischen Fasern bzw. zwischen einer gegebenen Faser und einem zugehörigen optischen Element wie einer Lichtquelle oder einem Photodetektor herzustellen, und durch die Probleme, die sich aus der Anlage und der Komplexität des Systems insgesamt ergeben. Während unterschiedliche Systeme unter Verwendung von faseroptischen Sende-Empfangsmodulen offenbart worden sind (vgl. die US-PS 3 809 908 und 4 019 048), sind diese Systeme komplex, beruhen auf nicht standardisierten Teilen und sind u. U. nicht

für Datenübertragungsstrecken einsetzbar, wo einzelne optische Fasern die Verbindung zwischen einer vorhandenen Lichtquelle und einem Photodetektor herstellen.

Vor kurzem hat die Fa. Quadri Corporation, Tempe, Arizona, V. St. A., ein faseroptisches Kabelsystem (Modell 2403) eingeführt, bei dem ein Kabel mit einer einzigen optischen Faser die Sende- mit der Empfangseinheit verbindet. Dieses System ist für die Verwendung mit Käfiganordnungen ausgelegt, in denen die Karten zentriert auf 12,7 mm Mittenabstand angeordnet sind, erfordert aber getrennte Schnittstelleneinheiten für den Sender und den Empfänger und erlaubt einen Signalfluss in nur einer Richtung.

Im Gegensatz zu den optischen Faserübertragungssystemen nach dem Stand der Technik, in denen ein Kabelbündel vorliegt oder getrennte Fasern zu einem koaxialkabelähnlichen Verbund zusammengefügt sind, ist die vorliegende Erfindung gerichtet auf ein faseroptisches Datenstreckensystem, das auf der Verwendung eines Flachkabels aus mindestens zwei optischen Fasern in einem flexiblen Einbettmaterial beruht. Die Vorteile solcher Kabel in herkömmlichen elektrischen Datenübertragungsstrecken sind heute bekannt - bspw. billige Erstellung, leichte Verlegung in vorhandenen Gebäuden und geringe Verlegehöhe, so dass derartige Kabel sich unauffällig verlegen lassen. Trotz dieser bekannten Vorteile in elektrischen Systemen hat man flache Bandkabel mit optischen Fasern bisher nicht erhalten können.

Die erfindungsgemässe Lösung ergibt sich aus den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 1.

Die Anordnung nach der vorliegenden Erfindung kann also mindestens eine Duplex-Datenstrecke darstellen, auf der eine elektrisch störfreie Zweiweg-Übertragung von digitalen Signalen von und zu elektronischen Datenverarbeitungsanlagen über ein einziges optisches Faserflachkabel möglich ist. Das andere Ende des Kabels kann - bspw. über einen anderen Satz aus gesteckten Kabel- und Anschlussverbinder - an andere Datenverarbeitungsanlagen angeschlossen werden.

Fig. 1 ist eine Explosionsdarstellung eines Kabelverbinders, der mit einem Anschlussverbinder nach der vorliegenden Erfindung zusammengesteckt werden kann; und

Fig. 2 ist ein Blockdiagramm der elektronischen Schaltungsmittel im Anschlussverbinder und zeigt den Sende- und den Empfangsteil.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Anordnung nach der vorliegenden Erfindung ist in einer Explosionsdarstellung in Fig. 1 gezeigt. Das System weist einen Kabelverbinder 10, der an ein optisches Faserflachkabel 12 angeschlossen werden kann, sowie einen Anschlussverbinder 14 auf. Das Kabel 12 enthält ein Paar optischer Fasern 15, 16 in einem flexiblen Einbettmaterial, wie ausführlich in der obenerwähnten Patentanmeldung von Cherney u. a. erläutert. Wie in dieser Anmeldung voll offenbart und beansprucht, weist der Kabelverbinder 10 vorzugsweise zwei identische Gehäuseelemente 18, 20, zwei Faserhalteelemente 22, 24 sowie ein passendes Paar Richthülsen 26, 28 auf. Die Gehäuseelemente 18, 20 sind vorzugsweise aus einem thermoplastischen Kunststoff wie Polycarbonat oder dgl. spritzgeformt. Jedes Element weist vorstehende Stifte wie die Stifte 30, 32 auf dem Element 20 auf, die in entsprechende Öffnungen in dem anderen Element - bspw. die Öffnungen 34, 36 im Element 18 - eingreifen könne. Wenn also die Elemente aufeinandergedrückt werden, dringen die Stifte in die Löcher ein, und halten die Verbinderhälften einwandfrei ausgerichtet aneinander. Das Innere der Gehäuseelemente 18, 20 ist so geformt, dass eine rückseitige Öffnung 38 einen Durchlass 40 bildet, der in Grösse und Gestalt einem Kabel wie bspw. dem Kabel 12 entspricht, das das Gehäuse aufnehmen und haltern soll. Der Durchlass 40 hat einen ausgedehnten ebenen Teil, in den das flexible Einbetteil des Kabels 12 eingeführt werden kann. Der ebene Teil ist mit einem vorstehenden Stift 42 versehen, der zu einem entsprechenden Stift in der Hälfte 18 des Gehäuses vorsteht. Soll der Verbinder auf das Kabel 12 aufgesetzt werden, wird ein Loch 44 zwischen den Fasern 15, 16 durch das Grundmaterial des Kabels 12 gedrückt. Dieses Loch legt daher das Kabel auf dem Stift 42 im Gehäuse fest und dient auch zur Entlastung der optischen Fasern, wenn auf das Kabel unabhängig vom Verbindergehäuse Druck aufgebracht wird. Da das Loch 44 im Kabelende vorgesehen ist, erleichtert sich auch das nachfolgende Einlegen der Faserenden in die zugehörigen Verbinderelemente in der Sollage. Vor dem Durchlass 40 und allgemein ausgerichtet mit der Achse der optischen Fasern im Kabel 12 befinden sich Kanäle, durch die die Fasern vorstehen können; hierbei handelt es sich um zwei grössere Kammern 46, 48. Die Kanalanordnung weist also zwei kleine Öffnungen, die vom Durchlass 40 in die grösseren Kammern 46, 48 führen, sowie grössere axiale Öffnungen 54, 56 auf, die im vorderen Teil 58 des Verbindergehäuses auslaufen. Jede der Kammern 46, 48 kann eines der Halteelemente 22 oder 24 aufnehmen, das in eines der Richtelemente 26 bzw. 28 eingesetzt ist.

Die Faserhalteelemente 22, 24 sind kurze Röhrchen aus nichtrostendem Stahl, die jeweils in Messingflansche 60, 62 eingedrückt sind, so dass sie geringfügig einseitig über den Flansch hinaus vorstehen; auf diese Weise ist ein Ausrichten der Elemente in den kleinen Öffnungen aus dem Kanal 40 erleichtert und man erhält ein Mittel, um die Fasern axial ausgerichtet zu haltern. Derartige Röhrchen sind handelsüblich und in einer Vielzahl von Innen- und Aussendurchmessern erhältlich; es lässt sich also leicht eine Wahl treffen, bei der der Innendurchmesser geringfügig grösser als der Aussendurchmesser der vorliegenden optischen Fasern ist. Man kann also eine optische Faser 15, 16 in die Halteelemente 22, 24 so einsetzen, dass das Faserende im wesentlichen koplanar mit dem Ende des Halteelements 22, 24 abschliesst. Die Faser wird dann permanent im Halteelement festgelegt - bspw. mit einem Epoxyharz. Der Aussendurchmesser der Elemente 22, 24 wird entsprechend so gewählt, dass sie eng toleriert in die Richtelemente 26, 28 passen. Die Radialflansche 60, 62 sind so bemessen, dass sie in die grösseren Kammern 46, 48 passen, während sie sich in ihnen radial und axial geringfügig bewegen können, so dass man eine Zugentlastung und eine begrenzte Bewegungsfreiheit für die Fasern erhält, mit der sich die optische Ankopplung optimieren lässt.

Der Kabelverbinder 10 weist weiterhin vorzugsweise Richtelemente 26, 28 auf, die ebenfalls vorzugsweise aus Messing gefertigt und mit einem Innendurchmesser ausgeführt sind, der geringfügig grösser ist als der Aussendurchmesser der Haltehülsen 22, 24. Die Richtelemente 26, 28 sind auch mit Radialflanschen 64, 66 versehen, die ähnlich gestaltet und bemessen sind wie die Flansche 60, 62, so dass, wenn die Halteelemente 22, 24 in die Richtelemente 26, 28 eingesetzt werden, die Flansche aneinanderstossen und gemeinsam von einer der Kammern 46, 48 aufgenommen werden können. Der Vorderteil jedes Richtelements 26, 28 passt also axial mit dem Kabel 12 ausgerichtet in den Vorderteil der Kanäle 54, 56, so dass der vordere offene Teil derselben durch den Vorderteil 58 des Gehäuses hindurch offenliegt. In diesem Zustand werden die Faserhalteelemente 22, 24, in denen die Enden der Fasern 15, 16 permanent und koplanar mit ihnen abschliessend festgelegt sind, zur Hälfte in die Richtelemente 26, 28 eingesetzt. Diese zusammengesetzten Elemente werden von der Kammer derart aufgenommen, dass das vordere Ende jedes Richtelements 26, 28 geringfügig über den Vorderteil 58 des Gehäuses vorsteht. Jedes Richtelement 26, 28 ist vorzugsweise an beiden Enden aufgeweitet, um das Einführen des Halteelements 22, 24 in die rückseitige Öffnung und das Einführen eines entsprechenden Halteelements eines passenden Anschlussverbinders 14 in die öffnung auf der Vorderseite zu erleichtern.

Der Verbinder weist weiterhin eine Eingriffeinrichtung wie

eine Sperranordnung aus einem Paar elastischer Finger 68, 70 auf entgegengesetzten Seiten des Gehäuses sowie die Ausnehmungen 72, 74 auf den vorderen Enden auf; diese Finger können in Eingriff mit entsprechenden Elementen an einem aufgesetzten Anschlussverbinder 14 treten.

Wie oben erläutert, sind die Verbinderhälften 18, 20 vorzugsweise aus einem spritzgeformten Kunststoff ausgebildet und identisch ausgeführt, so dass die obere Hälfte 18 die gleichen Klammern und Hohlräume enthält, wie sie für die untere Hälfte 20 gezeigt sind. Werden die Hälften aufeinandergesetzt, wirken Teile jeder Hälfte zusammen, um die Innenkammern zu vervollständigen. Entsprechend sind für die elastischen Finger 68, 70 auf der unteren Hälfte 20 die entsprechenden Finger 76, 78 an der anderen Verbinderhälfte 18 vorgesehen.

In der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform ist der Kabelverbinder für die Verwendung mit einem optischen Faser-Flachbandkabel 12 mit zwei optischen Fasern 15, 16 von je etwa 0,25 mm Durchmesser in einem ausgepressten flexiblen Vinyl-Einbettmaterial vorgesehen, dessen Aussenbreite etwa 12,7 mm bei einer Dicke von etwa 1,5 mm beträgt. Die optischen Fasern haben einen Abstand von etwa 7 mm. In dieser Ausführungsform sind die Verbindergehäuse 18, 20 etwa 3 mm dick, insgesamt etwa 25,4 mm breit und insgesamt etwa 32 mm lang. Die Plattform 40 ist so geformt, dass sie das 12,7 mm breite und 1,5 mm dicke Kabel 12 aufnehmen kann. Folglich bildet der Plattformteil jeder Gehäusehälfte 18, 20 eine Vertiefung von etwa 12,7 mm Breite und 0,75 mm Tiefe. Die Ansätze 42 sind entsprechend so gestaltet, dass sie aneinanderstossen können, wenn die Gehäuse zusammengesetzt werden, so dass sie in ein in das Kabel 12 gestossenes Loch vorstehen können. Die Haltehülsen 22, 24 aus nichtrostendem Stahl haben jeweils einen Durchmesser von etwa 0,3 mm, so dass sie die Fasern 15, 16 aufnehmen können. Die Fasern werden in ihnen mit einem geeigneten Harz wie bspw. dem Epoxyharz 96-083 der Fa. Dow Corning Corporation festgelegt. In der bevorzugten Ausführungsform der Fig. 1 haben die Flansche 60, 62, 64 einen Aussendurchmesser von etwa 4,5 mm und Innendurchmesser derart, dass sie auf die Stahlröhrchen aufgedrückt werden können.

Der im linken Teil der Fig. 1 gezeigte zugehörige Anschlussverbinder 14 stellt eine Abschlussschnittstelle für die optischen Signale auf dem Faserkabel (bspw. dem Kabel 12) und die elektrischen Signale aus der elektronischen Datenverarbeitungsanlage (nicht gezeigt) dar. Der Verbinder 14 weist ein Gehäuse aus zwei identischen Formkunststoff-Tragelementen 80, 82 auf, die ihrerseits zwischen einem Basiselement 84 und einer Deckplatte 86 angeordnet sind. Der Verbinder enthält weiterhin eine Schaltungsplatine 88, auf der eine elektronische Schaltung angeordnet ist, wie sie allgemein mit 90 bezeichnet und anhand der Fig. 2, 3 beschrieben ist. Der Verbinder weist weiterhin ein Paar Faserhalteelemente 92, 94 auf, in denen kurze Abschnitte optischer Fasern 96, 98 gehaltert sein können, die die optische Ankopplung zu zugehörigen optischen Elementen in der elektronischen Schaltungseinheit 90 und den optischen Fasern in dem anderen Verbinder 10 besorgen. Die Gehäusehälften 80, 82 sind vorzugsweise aus Formkunststoff wie einem Polycarbonatharz oder dgl. ausgebildet. Jede Hälfte weist mindestens einen vorstehenden Stift 100 und eine entsprechende Öffnung 102 derart auf, dass, wenn die Hälften zusammengesetzt werden, der Stift 100 einer Hälfte in die entsprechende Öffnung wie die Öffnung 104 in der anderen Gehäusehälfte vorsteht. Das Deckelement 86 ist vorzugsweise ebenfalls aus einem spritzgeformten Kunststoff ausgebildet und weist eine Vielzahl vorstehender Stifte auf, von denen drei als die Elemente 106, 108, 110 gezeigt sind. Diese Stifte sind so ausgeführt, dass sie sich durch entsprechende Löcher 112, 114, 116 in den Seitenschenkeln der Elemente 80, 82 führen lassen. Das Basiselement 84 ist entsprechend mit einer Vielzahl von Öffnungen versehen, durch die den Elementen 106, 108, 110 entsprechenden Stifte verlaufen können, wenn der Verbinder zusammengesetzt ist. Nach dem Zusammensetzen können die vorstehenden Stifte dann umgedrückt werden, um die Anordnung fest zu versperren. Das hintere Endteil 118 der Deckplatte 86 schliesst den hinteren Teil des Anschlussverbinders 14 ab, während er Zugang für elektrische Anschlüsse 120 bietet, die von der Elektronikeinheit 90 her ankommen. Die Faserhalteelemente 92, 94 sind im wesentlichen identisch mit den Halteelementen 22, 24 im Verbinder 10 ausgebildet und bestehen aus Röhrchen aus rostfreiem Stahl, die in die Messingflansche 124, 126 eingedrückt sind. Diese Elemente passen in entsprechend geformte Vertiefungen 128, 130 in den Tragelementen 80, 82 so hinein, dass das vordere Ende jeweils über einen Vorderteil 131 der Elemente 80, 82 vorsteht.

Die optischen Fasern 96, 98 können permanent in den Halteelementen 92, 94 festgelegt werden derart, dass das vordere Faserende im wesentlichen koplanar mit den Enden der Elemente 124, 126 abschliesst. Das hintere Ende der Faser 96 ist optisch an die lichtempfindliche Fläche einer Photodiode 140 im Empfangsteil 142 der Elektronikeinheit 90 angekoppelt – bspw. mit einem transparenten Kleber 144 (bspw. dem Produkt «Five Minute Epoxy» der Fa. Devcon Corporation, Danvers, Massachusetts, V.St.A.). Auch mechanische Spangen oder dgl. Befestiger lassen sich verwenden. Entsprechend ist die Faser 98 optisch mit der lichtstrahlenden Fläche einer Lumineszenzdiode 146 im Sendeteil 148 der Elektronikeinheit 90 mittels eines transparenten Klebers 150 gekoppelt. In der dargestellten Ausführungsform befinden die Photodiode und die Lumineszenzdiode sich auf einem Isolierstoffplättchen 152 bzw. 154, das jeweils rechtwinklig zum darunterliegenden Substrat angeordnet ist; der Kleber 144, 150 hüllt sie im wesentlichen ein. Auf diese Weise lassen die kurzen Fasern 96, 98 sich unmittelbar und ohne Knick mit den Elementen koppeln, so dass der Raumbedarf minimal bleibt. Weiterhin lassen sich elektrische Zuleitungen für die Photodiode 140 und den Kleinsignalverstärker auf dem Plättchen 152 vorsehen. Entsprechend kann man die elektrischen Zuleitungen für die Lumineszenzdiode 146 und Teile der entsprechenden Stromschaltungen auf dem Plättchen 154 vorsehen. Um elektrische Störungen zwischen dem Sende- und dem Empfangsteil 142, 148 gering zu halten, sind in einer bevorzugten Ausführungsform elektrische Masseflächen 156 auf dem Substrat 88 sowie weitere Abschirmelemente (die hier nicht gezeigt sind) vorgesehen, die rechtwinklig zum Substrat verlaufen. Weiterhin sind der Empfangs- und der Sendeteil und deren zugehörigen optischen Elemente getrennt voneinander angeordnet.

Die Tragelemente 80, 82 sind weiterhin mit zueinanderpassenden Sperrelementen ausgebildet – bspw. den Ausnehmungen auf den gegenüberliegenden Seiten der Elemente, von denen eine als Element 132 gezeigt ist. Diese Ausnehmungen nehmen die Enden der elastischen Finger 72, 74, 76, 78 des ersterwähnten Verbinders auf, so dass die beiden Verbinder miteinander versperrt werden und die zugehörigen Faserhalteelemente im wesentlichen aneinanderliegend und axial mit den Richtelementen 26, 28 ausgerichtet gehalten werden.

Während die in Fig. 1 gezeigten Elemente durchweg aus Spritzformkunststoff bestehen können, kann in einer besonders bevorzugten Ausführungsform das Basiselement 84 mit einem wärmeleitenden Metall oder dgl. mit Elementen – bspw. einer gewellten Aussenfläche – ausgebildet sein, um eine zusätzliche Wärmeableitung zu ermöglichen. Dieses Metall-Basiselement bewirkt auch eine weitere elektrische Abschirmung und verhindert eine unerwünschte Rückkopplung, so dass die elektrische Stabilität der Anordnung steigt. In diesem Fall stellt man die Schaltungsplatine 88 vorzugsweise aus einem Isolierstoff wie einer Keramik her, und klebt sie auf der Basis 84 mit einem thermisch und elektrisch leitfähigen Kleber fest, bspw. dem Pro-

dukt Tra-Duct Typ BA-2902 der Fa. Tra-Con, Inc., Medford, Massachusetts, V.ST.A.

In dem rechts in Fig. 1 gezeigten Kabelverbinder 10 sind die Richtelemente 26, 28 in den Gehäuselementen 18, 20 enthalten und die Faserhalteelement 22, 24 in ein Ende der Richtelemente 26, 28 eingesetzt. Beim Zusammensetzen der Verbinder 10, 78 setzt man die Halteelemente 92, 94 in den Elementen 80, 82 des Anschlussverbinders 14 in die Richtelemente 26, 28 derart ein, dass die Vorderteile beider Gruppen von Faserhalteelementen aneinanderstossen, so dass die in ihnen festgelegten optischen Fasern optisch miteinander gekoppelt werden. Entsprechend liegt es im Umfang der vorliegenden Erfindung, dass die Richtelemente 26, 28 in einem beliebigen der zusammengesteckten Verbinder angeordnet sein können. Es ist nur wichtig, dass die Faserhalteelemente jedes Verbinders so in die Richtelemente eingesetzt werden, dass sie axial miteinander fluchtend aneinanderstossen, so dass die in ihnen enthaltenen optischen Fasern einwandfrei miteinander gekoppelt werden.

Die elektronische Schaltung mit dem Empfangsteil 142 und dem Sendeteil 148 der Fig. 1 ist als Blockdiagramm in Fig. 2 dargestellt. Diese Schaltung ist vorzugsweise hybrid, d. h. mit passiven Dickschichtelementen, diskreten aktiven Bauteilen und integrierten Schaltkreisen aufgebaut. Der Empfangsteil weist eine Photodiode 140 auf, auf die die Daten-Logiksignale von der Faser 96 gegeben werden. Das Ausgangssignal der Photodiode in Form eines schwachen Stroms von etwa 100 nA wird von einem Transimpedanzverstärker («trans-impedance amplifier») 158 erfasst, der aus zwei rauscharmen HF-Transistoren wie dem Typ MPSHo2 der Fa. Fairchild Semiconductor oder der Fa. Motorola, Inc. besteht. Das Ausgangssignal des Verstärkers 158 liegt bei akzeptablen optischen Signalstärken typischerweise in der Grössenordnung von einem Millivolt Amplitude; dieser Wert kann abhängig von den Forderungen für die Datenstrecke in weiten Grenzen unterschiedlich sein. Das Signal wird von einem Videoverstärker 160 (bspw. einem handelsüblichen integrierten Verstärker des Typs 733) zu einer Amplitude von etwa 100 mV verstärkt. Das Ausgangssignal des Videoverstärkers 160 geht auf einen Komparator 162 (vorzugsweise ein Leitungsempfänger in TTL-Logik, wie er als Typ 75107 erhältlich ist), um ein Ausgangssignal mit normalem TL-Pegel zu liefern. Das Ausgangssignal des Komparators 162 auf der Leitung 164 wird an die zugehörige externe Datenverarbeitungsanlage übergeben. Ein Filter und Integrationsnetzwerk 166 ist der Photodiode 140 zugeordnet; es liefert ein Signal entsprechend der Durchschnittsleistung des aufgenommenen optischen Signals und enthält ein Tiefpassfilter, um die Photodiode 140 zusätzlich gegen die Spannungsversorgung zu entkoppeln. Das Ausgangssignal des Netzwerks 166 wird auf einen weiteren Komparator 168 gegeben, wie er bspw. mit einem integrierten Operationsverstärker des Typs CA 3140 der Fa. RCA Corp., der infolge der Anwendung von FET-Elementen einen hohen Eingangswiderstand hat, dargestellt werden kann. Das Integriernetzwerk 166 liefert ein Signal, das der durchschnittlichen optischen Leistung entspricht, die die Photodiode 140 aufnimmt. Dieses Signal, das in Form einer Spannung vorliegt, wird mit einer Bezugsspannung aus einem Bezugsspannungsnetzwerk 170 verglichen. Das Netzwerk 170 ist dabei so eingestellt, dass es die vorbestimmte Bezugsspannung liefert, mit der das Ausgangssignal des Integriernetzwerks 166 in der Komparatorschaltung 168 verglichen werden soll. Liegt die Ausgangsspannung des Integriernetzwerks 166 unter der gewählten Bezugsspannung aus dem Netzwerk 170, wird mit dem Ausgangssignal des Komparators 168 die Komparatorschaltung 162 gesperrt, so dass auf der Leitung kein Ausgangssignal an die externen Anlagenteile abgeht. Übersteigt hingegen das Ausgangssignal des Integriernetzwerks 166 die Bezugsspannung, schaltet das Ausgangssignal des Komparators 168 den Komparator 162 auf, so dass dessen Ausgangssignal auf die externen Anlagenteile gehen. Das Bezugssignal des Netzwerks 170 legt also einen minimal zulässigen Wert für die empfangene optische Durchschnittsleistung fest. Die Netzwerke 172, 184 sind herkömmliche Spannungsregler- und Entkopplungsschaltungen und vervollständigen den Anschluss an die positive und negative Betriebsspannungsversorgung 186 bzw. 188, den Verstärker 158, den Verstärker 160, den Komparator 162, das Bezugsspannungsnetzwerk 170 und das Integriernetzwerk 166 sowie die Photodiode 140. Da die Spannungsreglerschaltungen vorliegen, kann die externe Versorgungsspannung innerhalb breiter Bereiche schwanken - mit typischen Bauteilen zwischen 8 und 15 V. Zusätzlich verhindern der Spannungsregler und die Entkopplungsnetzwerke eine Rückkopplung von Signalen über die Betriebsspannungsversorgung. Um weitere elektrische Störungen der Elemente untereinander zu unterdrücken, ist eine Masseebene 190 vorgesehen, die nicht nur den Empfangsteil 142 vom Sendeteil 148 trennt, sondern auch die mit hohen Pegels arbeitende Empfangskomparatorschaltung 162 von den Kleinsignalelementen 158, 160 trennt.

Es sei nun der Sendeteil 148 betrachtet, der digitale Signale aus der zugehörigen elektronischen Datenverarbeitung aufnimmt, die auf der Leitung 192 zusammen mit Auftastsignalen auf der Leitung 193 zu einem Verknüpfungsglied 194 gehen, bei dem es sich vorzugsweise um ein Glied in einer digitalen integrierten Schaltung des Typs 74S00 handelt, wie sie handelsüblich ist. Das Ausgangssignal des Glieds 194 geht auf einen Stromschalter 196 als Mittel zum Modulieren und Ansteuern der Lumineszenzdiode 146. Der Schalter 196 weist eine Modulatorschaltung 198 und eine Konstantstromquelle 200 auf. Der Modulator 198 besteht aus allen vier Gliedern in einer integrierten Schaltung des handelsüblichen Typs 74S38, die parallelgeschaltet sind; er leistet unter Ansteuerung durch das Glied 194 den Strom aus der Quelle 200 ab. Die Konstantstromquelle ist herkömmlich aufgebaut; sie erlaubt nur einem vorbestimmten Strom, in den Stromknoten 202 zu fliessen, der dann entweder durch den Modulator 198 oder durch die Lumineszenzdiode 146 fliesst, und zwar abhängig vom Logikzustand des Modulators 198. Hat das Modulatorelement bspw. den Zustand log. 1, fliesst der gesamte Strom vom Knoten 202 durch den Modulator 198, so dass kein Strom verbleibt, um die Lumineszenzdiode 146 zu erregen. Hat das Modulatorelement 198 den Zustand log. 0, ist es gesperrt; der gesamte Strom aus der Stromquelle 200 fliesst dann vom Knoten 202 durch die Lumineszenzdiode 146 und erregt diese, so dass sie Licht abstrahlt.

Die Notwendigkeit einer Masseebene 190 zum Verbessern der Trennung zwischen den Teilen der Einheit 90 wird besonders augenscheinlich, wenn man die Ströme betrachtet, die durch die Lumineszenzdiode fliessen und etwa 200 mA bei Anstiegszeiten von 8 bis 10 ns betragen, und sie mit dem Ausgangsstrom der Photodiode 140 vergleicht, der bei ähnlichen Anstiegszeiten in der Grössenordnung von 100 nA liegt. Der Unterschied der Stromstärken hat also den Faktor 10^6.

In der bevorzugten Ausführungsform ist im Blockdiagramm der Fig. 2 die Photodiode 140 vorzugsweise eine Silizium-Photodiode des Typs C30807 der Fa. RCA Corp.; diese Diode ist über einen breiten Wellenlängenbereich empfindlich, einschliesslich des IR-Bereichs, so dass das System in einem breiten Wellenlängenbereich eingesetzt werden kann, wie man sie mit optischen Faserkabeln überträgt. Entsprechend kann eine Vielfalt anderer Photodioden mit Vorteil eingesetzt werden. Die Lumineszenzdiode ist vorzugsweise eine GaAs-Diode die der Typ FPX2000 der Fa. Fairchild-Semiconductor Company. Eine solche Lumineszenzdiode strahlt maximal mit einer Wellenlänge von 0,91 µm. Entsprechend lassen sich auch andere Lumineszenzdioden einsetzen, die in einem breiten Bereich des sichtbaren und IR-Lichtereichs strahlen.

In der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform lässt sich eine Taktfrequenz von 20 MHz verwenden, so dass man Übertra-

gungsgeschwindigkeiten von 10 Megabit erreicht, wenn man die Eingangsdaten in einer Biphasen-Pulscodemodulation kodiert. In dieser Form haben sich ausreichende Rauschabstände bei Kabellängen von mehr als 100 m ergeben.

In den oben erläuterten Ausführungsformen ist die Anordnung zum Aufbau einer Duplex-Datenübertragungsstrecke zwischen den Datenverarbeitungsanlagen beiderseits des Kabels eingesetzt worden. Entsprechend kann man die Anordnung als Relaisstelle verwenden, in dem ein auf einer Faser des Kabels eingehendes optisches Signal im Empfangsteil der Elektronikeinheit verstärkt und das Ausgangssignal des Empfangsteils dann unmittelbar auf den Sendeteil gegeben wird, indem man die Ausgangsleitung 164 des Empfangsteils mit der Eingangsleitung 192 des Sendeteils verbindet. Das optische Ausgangssignal des Senders wird dann auf die andere Faser des Kabels gegeben.

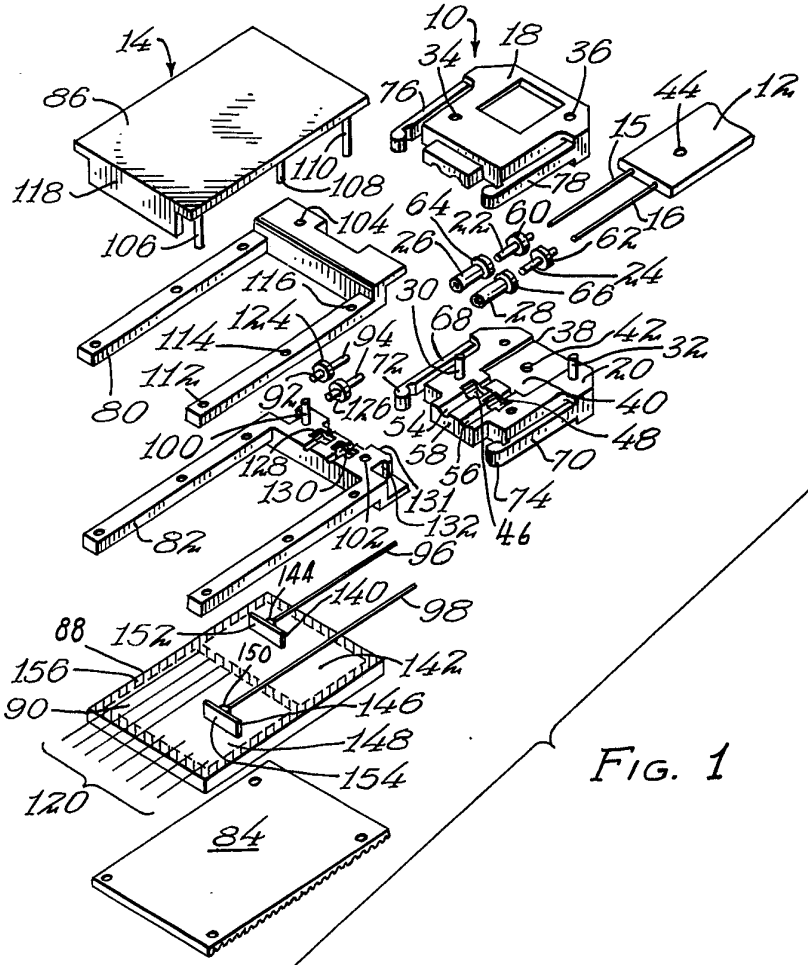

10
14
18
34
36
86
76
44
12
15
118
110
108
78
64
60
16
106
104
62
26
24
116
30
66
68
28
38
42
32
114
124
94
72
20
117
80
92
176
40
54
48
100
128
58
56
70
130
131
74
132
46
87
102
96
144
140
98
88
152
150
142
156
146
90
148
154
120
84

FIG. 1

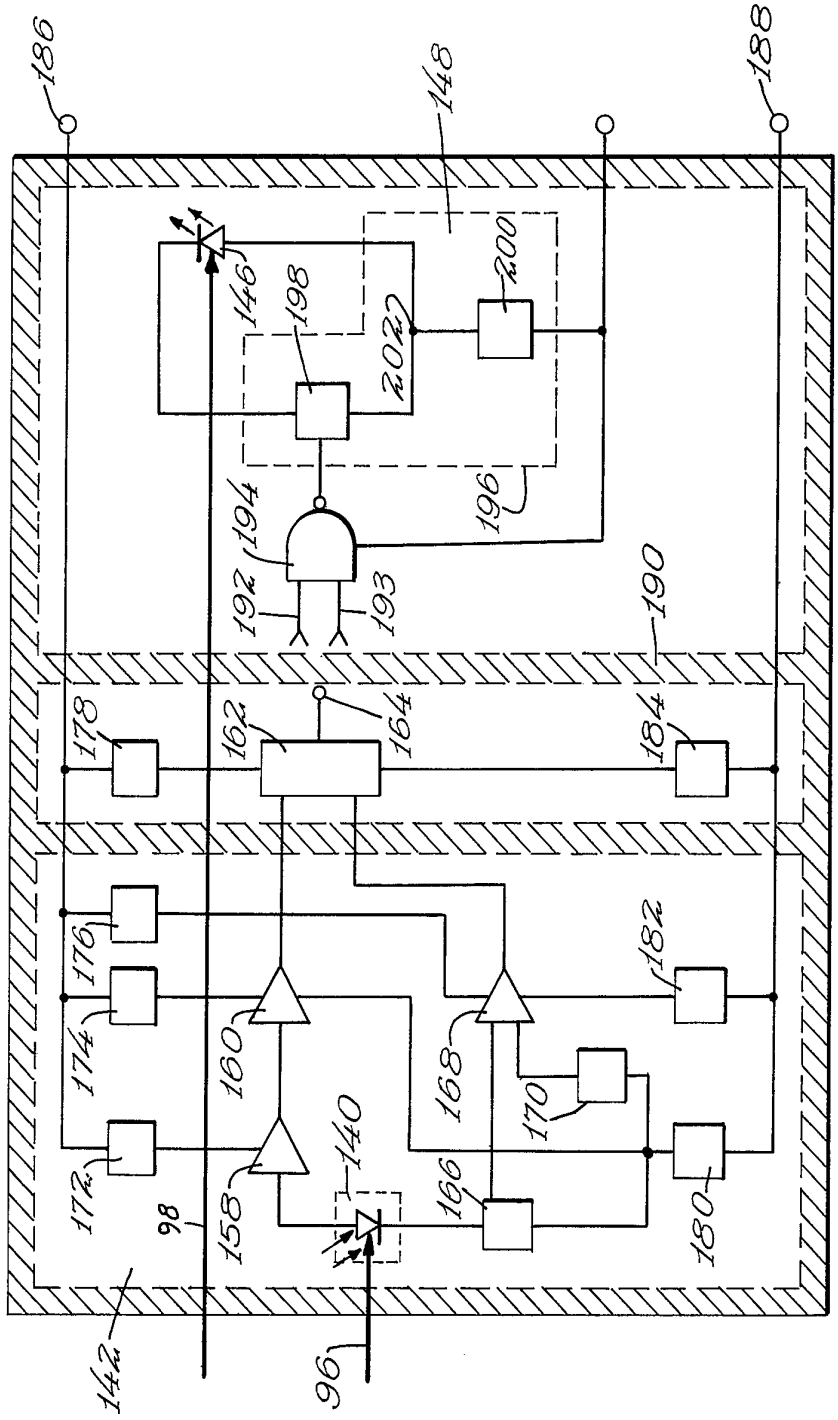

186
148
188
146
198
202
200
194
196
192
193
190
178
162
164
184
176
182
174
160
168
170
140
172
158
166
180
98
142
96

FIG. 2