



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2007 003 197 T5** 2009.11.12

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2008/088505**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2007 003 197.2**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2007/025068**  
(86) PCT-Anmeldetag: **06.12.2007**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **24.07.2008**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **12.11.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01P 3/08** (2006.01)  
**H05K 1/02** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**11/647,546**      **28.12.2006**      **US**

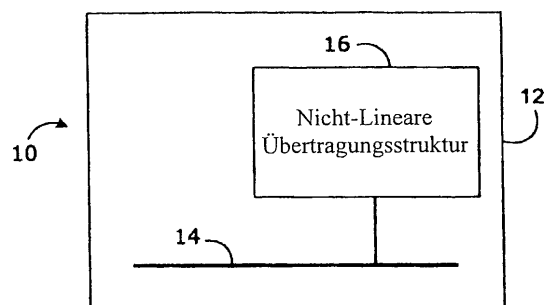
(71) Anmelder:  
**Intel Corporation, Santa Clara, Calif., US**

(74) Vertreter:  
**BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen**

(72) Erfinder:  
**Hannah, Eric C., Pebble Beach, Calif., US; Morriss,  
Jeff C., Cornelius, Oreg., US**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren für Hochgeschwindigkeitssignale auf einer gedruckten Leiterplatte**

(57) Hauptanspruch: Eine Vorrichtung, umfassend:  
ein gedrucktes Leiterplattensubstrat;  
eine Kupfersignalleitung, die auf dem gedruckten Leiterplattensubstrat angeordnet ist;  
und  
eine nicht-lineare Übertragungsstruktur, die mit der Kupfersignalleitung gekoppelt ist,  
wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur konfiguriert ist, um eine Wellenfront eines Hochgeschwindigkeitssignallimpulses auf der Kupfersignalleitung zu schärfen.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft die Verwendung nicht-linearer Übertragungsstrukturen, um die Signalqualität auf Hochgeschwindigkeitszwischenverbindungen für gedruckte Leiterplatten zu verbessern.

### Hintergrund und Stand der Technik

**[0002]** Eine der Herausforderungen bei der Verwendung von Kupfer-Übertragungsleitungen für Hochgeschwindigkeitssignale besteht darin, dass die Übertragungsleitung ein passiver linearer Leiter ist, der dazu neigt die Signalstärke zu reduzieren (Abschwächung) und dazu neigt, die Anstiegs- und Abfallzeiten zu reduzieren (Dispersion).

**[0003]** Da die Abschwächung und Dispersion die differentialen Signale beeinflussen, muss der Empfänger empfindlicher für kleine Spannungen und eine engere Zeitsteuerung sein, wo das Signal abgetastet werden kann. Der Effekt der Dispersion und Abschwächung auf die Konstruktion des elektronischen Systems besteht darin, den Abstand zwischen elektronischen Vorrichtungen auf Abstände zu beschränken, die die Dispersion und Abschwächungseffekte begrenzen, und die maximale Frequenz zu beschränken, die verwendet werden kann, um Signal zu übertragen.

### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0004]** Verschiedene Eigenschaften der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen deutlich, die in den begleitenden Zeichnungen veranschaulicht sind, wobei sich gleiche Bezugszeichen im Allgemeinen durchgängig auf dieselben Teile in den Zeichnungen beziehen. Die Zeichnungen sind nicht notwendigerweise im Maßstab. Stattdessen liegt die Betonung auf der Veranschaulichung der Prinzipien der Erfindung.

**[0005]** [Fig. 1](#) ist ein schematisches Diagramm einer elektronischen Vorrichtung mit einer nichtlinearen Transmissionsstruktur gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung.

**[0006]** [Fig. 2](#) ist ein schematisches Diagramm einer nicht-linearen Übertragungsstruktur, die eine Vielzahl von Varaktoren aufweist gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung.

**[0007]** [Fig. 3](#) ist eine Grafik von Simulationsergebnissen einer Wellenfrontschärfung.

**[0008]** [Fig. 4](#) ist ein schematisches Diagramm einer nicht-linearen Übertragungsstruktur, die eine Vielzahl von Varaktoren auf einem keramischen Substrat aufweist gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung.

**[0009]** [Fig. 5](#) ist ein schematisches Diagramm einer nicht-linearen Übertragungsstruktur, die in einem Halbleitervorrichtungspackage angeordnet ist, umfassend eine Vielzahl von Varaktoren gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung.

**[0010]** [Fig. 6](#) ist ein schematisches Diagramm einer nicht-linearen Übertragungsstruktur, die einen gefalteten Signalleiter aufweist gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung.

**[0011]** [Fig. 7](#) ist ein Flussdiagramm gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung.

**[0012]** [Fig. 8](#) ist ein Flussdiagramm gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung.

**[0013]** [Fig. 9](#) ist ein Flussdiagramm gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung.

**[0014]** [Fig. 10](#) ist schematisches Diagramm eines Systems, das eine elektronische Komponente, eine nicht-lineare Übertragungsstruktur, eine Kupfer-Signalleitung und eine elektronische Komponente aufweist gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung.

**[0015]** [Fig. 11](#) ist ein schematisches Diagramm eines Systems, das eine elektronische Komponente, eine nicht-lineare Übertragungsstruktur, eine Differentialpaar-Signalleitung und eine elektronische Komponente aufweist gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung.

**[0016]** [Fig. 12](#) ist eine Grafik von Simulationsergebnissen eines Augendiagramms.

### Beschreibung

**[0017]** In der folgenden Beschreibung sind zum Zweck der Erläuterung und nicht zur Beschränkung spezielle Einzelheiten dargelegt, wie bestimmte Strukturen, Architekturen, Schnittstellen, Techniken, etc., um ein umfassendes Verständnis der verschiedenen Aspekte der Erfindung zu gewährleisten. Jedoch ist für den Fachmann, der von der vorliegenden Offenbarung profitiert, verständlich, dass die verschiedenen Aspekte der Erfindung in anderen Beispielen praktiziert werden können, die von diesen speziellen Einzelheiten abweichen. In bestimmten Fällen werden Beschreibungen gut bekannter Vorrichtungen, Schaltungen und von Verfahren weggelassen, um die Beschreibung der vorliegenden Erfindung nicht mit unnötigen Einzelheiten zu verschleiern.

**[0018]** Mit Bezugnahme auf [Fig. 1](#) kann eine elektronische Vorrichtung **10** gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung ein gedrucktes Leiterplattensubstrat **12**, eine Kupfersignalleitung **14**, die auf

dem gedruckten Leiterplattensubstrat **12** angeordnet ist, und eine nicht-lineare Übertragungsstruktur **16** aufweisen, die mit der Kupfersignalleitung **14** gekoppelt ist, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur konfiguriert ist, um eine Wellenfront eines Hochgeschwindigkeitssignalimpulses auf der Kupfersignalleitung **14** zu schärfen. In einigen Ausführungsformen kann beispielsweise die nicht-lineare Übertragungsstruktur **16** eine spannungsabhängige dielektrische Schicht auf dem gedruckten Leiterplattensubstrat **12** umfassen. Vorteilhafterweise kann bei einigen Ausführungsformen der Erfindung ein kurzes Segment einer Kupferübertragungsleitung mit einer spannungsabhängigen dielektrischen Schicht eine Wellenfrontschärfung liefern. Bei einigen Ausführungsformen kann die nicht-lineare Übertragungsstruktur **16** mit einer Vielzahl von Varaktoren auf einem keramischen Substrat angeordnet sein. Bei einigen Ausführungsformen kann die nicht-lineare Übertragungsstruktur **16** eine spannungsabhängige dielektrische Schicht umfassen, die in einem Halbleitervorrichtungspackage angeordnet ist. Beispielsweise kann das Halbleiterpackage gefaltete Signalleitungen verwenden.

**[0019]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) kann eine elektronische Vorrichtung **20** gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung ein gedrucktes Leiterplattensubstrat **22**, eine Kupfersignalleitung **24**, die auf dem gedruckten Leiterplattensubstrat **22** angeordnet ist (z. B. eine Kupferstreifenleitung auf einem FR-4-Substrat) und eine nicht-lineare Übertragungsstruktur **26** umfassen, die mit der Kupfersignalleitung **24** gekoppelt ist, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur konfiguriert ist, um eine Wellenfront eines Hochgeschwindigkeitssignalimpulses auf der Kupfersignalleitung **24** zu schärfen. Beispielsweise kann bei einigen Ausführungsformen die nicht-lineare Übertragungsstruktur **26** eine spannungsabhängige dielektrische Schicht auf dem gedruckten Leiterplattensubstrat **22** aufweisen.

**[0020]** Bei einigen Ausführungsformen kann beispielsweise die spannungsabhängige dielektrische Schicht eine Vielzahl von Varaktoren **28** umfassen, die an einem Empfangsende der Signalleitung **24** angeordnet sind. Bei einigen Ausführungsformen kann die spannungsabhängige dielektrische Schicht eine Vielzahl von Varaktoren **28** auf einem keramischen Substrat aufweisen, das an einem Empfangsende der Signalleitung **24** angeordnet ist. Beispielsweise können die Varaktoren innerhalb eines Achtels einer charakteristischen Wellenlänge des Hochgeschwindigkeitssignalimpulses beabstandet sein. Bei einigen Ausführungsformen kann die spannungsabhängige dielektrische Schicht an einem Empfangsende einer Differentialpaar-Übertragungsleitung angeordnet sein.

**[0021]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 4](#) umfasst eine

elektronische Vorrichtung **40** gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung eine gedruckte Leiterplatte **42** mit einer Signalleitung **44** und einer nicht-linearen Übertragungsstruktur **46**. Bei einigen Ausführungsformen umfasst die nicht-lineare Übertragungsstruktur **46** ein keramisches Substrat **45** und eine Vielzahl von Varaktoren **48**. Bei einigen Ausführungsformen ist die nicht-lineare Übertragungsstruktur **46** nahe an der elektronischen Komponente **47** am Empfangsende der Signalleitung **44** angeordnet.

**[0022]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 5](#) umfasst eine elektronische Vorrichtung **50** gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung eine gedruckte Leiterplatte **53** mit einer Signalleitung **54** und einer nicht-linearen Übertragungsstruktur **52**, die in dem Halbleitervorrichtungspackage **55** angeordnet ist. Bei einigen Ausführungsformen umfasst die nicht-lineare Übertragungsstruktur **52** eine Vielzahl von Varaktoren **58** auf einem Signalleiter **51** im Halbleitervorrichtungspackage **55**, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur **52** eine Wellenfrontschärfung liefert.

**[0023]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) umfasst eine elektronische Vorrichtung **60** gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung eine gedruckte Leiterplatte **66** mit einer Signalleitung **61** und einer nicht-linearen Übertragungsstruktur **62**, die in dem Halbleitervorrichtungspackage **68** angeordnet ist. Bei einigen Ausführungsformen umfasst die nicht-lineare Übertragungsstruktur **62** eine Vielzahl von Varaktoren **63** auf einem gefalteten Signalleiter **67** im Halbleitervorrichtungspackage **68**, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur **62** eine Wellenfrontschärfung liefert.

**[0024]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 7–Fig. 9](#) umfassen einige Ausführungsformen der Erfindung ein Bereitstellen eines gedruckten Platinensubstrats (z. B. am Block **71**), ein Bereitstellen einer Kupfersignalleitung, die auf dem gedruckten Leiterplattensubstrat angeordnet ist (z. B. am Block **72**), ein Bereitstellen eines Hochgeschwindigkeitssignalimpulses auf der Kupfersignalleitung (z. B. am Block **73**) und Bereitstellen einer nicht-linearen Übertragungsstruktur, die konfiguriert ist, um eine Wellenfront an einem Hochgeschwindigkeitssignalimpuls auf einer Kupfersignalleitung zu schärfen (z. B. am Block **74**).

**[0025]** Bei einigen Ausführungsformen der Erfindung umfasst die nicht-lineare Übertragungsstruktur beispielsweise eine spannungsabhängige dielektrische Schicht, die eine Vielzahl von Varaktoren umfasst, die am Empfangsende der Signalleitung angeordnet sind (z. B. am Block **76**). Bei einigen Ausführungsformen der Erfindung sind die Varaktoren innerhalb eines Achtels einer charakteristischen Wellenlänge des Hochgeschwindigkeitssignalimpulses beabstandet (z. B. am Block **77**). Bei einigen Ausführungsformen der Erfindung ist die spannungsabhängige dielektrische Schicht am Empfangsende einer

Differentialpaarübertragungsleitung angeordnet (z. B. am Block 78).

**[0026]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 8](#) umfasst die spannungsabhängige dielektrische Schicht bei einigen Ausführungsformen der Erfindung eine Vielzahl von Varaktoren auf einem keramischen Substrat (z. B. am Block 85). Bei einigen Ausführungsformen ist das keramische Substrat am Empfangsende einer Signalleitung angeordnet (z. B. am Block 86). Bei einigen Ausführungsformen sind die Varaktoren innerhalb eines Achtels einer charakteristischen Wellenlänge des Hochgeschwindigkeitssignalimpulses beabstandet (z. B. am Block 87).

**[0027]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 9](#) umfasst bei einigen Ausführungsformen der Erfindung die spannungsabhängige dielektrische Schicht eine spannungsabhängige dielektrische Schicht, die in einem Halbleiterpackage angeordnet ist, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur konfiguriert ist, um eine Wellenfront eines Hochgeschwindigkeitssignalimpulses im Halbleiterpackage zu schärfen (z. B. am Block 95). Bei einigen Ausführungsformen verwendet das Halbleiterpackage gefaltete Signalleitungen (z. B. am Block 96). Bei einigen Ausführungsformen umfasst die spannungsabhängige dielektrische Schicht eine Vielzahl von Varaktoren auf einer gefalteten Signalleitung (z. B. am Block 97).

**[0028]** Einige Ausführungsformen der Erfindung betreffen eine Vorrichtung, die an einer gedruckten Leiterplatte zu befestigen ist, während andere Ausführungsformen Modifizierungen der Leiterplatte oder des Vorrichtungspackages betreffen. Durch Ändern der Charakteristik der Übertragungsleitung, so dass sie eine spannungsabhängige nicht-lineare dielektrische Konstante aufweist, kann die Signalqualität verbessert werden. Nicht-lineare Übertragungsleitungen können verwendet werden, um die Effekte einer Abschwächung und einer Dispersion zu minimieren durch Beibehalten oder Wiederherstellen von Spannungspegeln und Anstiegs- und Abfallzeiten. Um die Kosten zu minimieren kann der Teil einer Übertragungsleitung in der Nähe des Empfängers nicht-linear gemacht werden, um die Signalqualität zu verbessern.

**[0029]** Bei einigen Ausführungsformen wird eine spannungsabhängige dielektrische Schicht bei der Herstellung von gedruckten Leiterplatten verwendet, um die Signalqualität zu verbessern. Bei anderen Ausführungsformen befindet sich die dielektrische Schicht in einer getrennten Vorrichtung, die auf der Leiterplatte montiert ist oder sich innerhalb einer Vorrichtung befindet. Die dielektrische Schicht kann Varaktoren verwenden, um die spannungsabhängige Charakteristik zu erzeugen. Die spannungsabhängige Charakteristik kann über einen Teil der Übertragungsleitung oder das Empfangsende der Übertra-

gungsleitung verwendet werden.

**[0030]** Gedruckte Leiterplatten (PCBs) bestehen im Allgemeinen aus Fiberglas-Isolationsschichten, die gebondete oder gesockelte elektronische Vorrichtungen tragen und Kupferleitungen aufweisen, die Strom-, Erdungs- und Signalleitungen bereitstellen. Es ist wünschenswert in der Lage zu sein die Signalisierungsgeschwindigkeit zu erhöhen. Mit ansteigenden Signalgeschwindigkeiten kann die Zuverlässigkeit des Datenaustausches beispielsweise aufgrund einer Signalabschwächung und Dispersion begrenzt sein. Bei herkömmlichen gedruckten Leiterplatten können beispielsweise die Probleme einer Kupferzwischenverbindung die gesamte Jitter-Planung von Hochgeschwindigkeitszwischenverbindungsplänen stark beeinflussen, wie beispielsweise PCI Express 2.0.

**[0031]** Ohne sich auf die Theorie einer Betriebsweise zu beschränken wird davon ausgegangen, dass viele der Probleme mit Kupferübertragungsleitungen daher stammen, dass derartige Systeme passive lineare Signalisierungsmechanismen sind. Gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung können Verbesserungen bei der Signalisierung bereitgestellt werden, indem die dielektrische Konstante zwischen einem Bereich von Kupferplatten spannungsabhängig gemacht werden (z. B. Übergehen zu einer nicht-linearen Leitung). Gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung können beispielsweise Varaktoren entlang der Signalleitungen eingebettet werden. Die Kapazität jedes Varaktors nimmt ab, wenn die Spannung über sie ansteigt. Vorteilhafterweise kann ein wünschenswerter Effekt einer kurzen Länge einer nicht-linearen Übertragungsleitung gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung darin liegen die vordere und hintere Flanke von Bitmustern zu schärfen.

**[0032]** Zur Darstellung und nicht zur Beschränkung kann dieses Schärfen analog zur Erzeugung einer Schockwelle sein. Beispielsweise kann eine Schärfung auftreten, da der große Spannungsanstieg der Wellenfront eines Signals die Leitungskapazität verringert und dadurch die Ausbreitungsgeschwindigkeit erhöht. Damit beschleunigen die Teile der Welle an ihrem Scheitelpunkt (Hochspannungspegel), bis sie sich an der Vorderkante und Hinterkante aufhäufen (beispielsweise ähnlich wie sich eine Flutwelle bildet). Die Welle kann nicht über die vertikale Vorderseite überquellen, da die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Teils mit großem Spannungsanstieg des Impulses langsamer ist als nachfolgende Wellen im Impuls. Beispielsweise bei nicht-linearen Übertragungsleitungen, die lang genug sind, können sich alle Impulse in eine einzige und stabile Wellenform verdichten, die ein Soliton genannt wird.

**[0033]** Ohne die Erfindung zu beschränken können

die Maße einer Hochgeschwindigkeitszwischenverbindung mit einem „Augendiagramm“ veranschaulicht werden. Das Augendiagramm ist eine Überlagerung vieler verschiedener Bitmuster in einem festen Fenster, das einen für ein Bit charakteristischen Zeitwert einer Signalisierungszeit abdeckt. Die obere und untere Leitung stammen von langen Zeiten von 1en und 0en. Die vertikalen Übergänge zeigen die unterschiedlichen Änderungsraten von 1en zu 0en und zurück. Lange Zeiten von 1en und 0en laden die Übertragungsleitung und erfordern eine längere Zeit zur Entladung als sich abwechselnde 1en und 0en. Andererseits laden lange Zeiten von identischen Bits die Leitung auf höhere Spannungen. Diese Zeit- und Spannungsunterschiede erzeugen eine charakteristische Ausprägung, die in [Fig. 12](#) gezeigt ist.

**[0034]** Bei einer herkömmlichen gedruckten Leiterplatte besteht der letzte Effekt verschiedener Verlust- und Phasenverschiebungsmechanismen bei der Kupfersignalisierung darin, dass sich das „Augendiagramm schließt“. Wenn die Spannungsverteilung des Auges auf Null übergeht kann der Empfänger nicht zwischen 1en und 0en unterscheiden. Mit der Verringerung der Zeit der Öffnung des Auges fällt der Zeitumfang ab, um einen 1-0 Übergang zu erfassen (dies ist eine Form von Jitter). Vorteilhafterweise können einige Ausführungsformen der Erfindung einen Schärfungsbereich liefern, der effektiv bewirkt, dass sich das Augendiagramm öffnet. Vorteilhafterweise können Jitter-Zeiten abnehmen und können die Spannungspegel über das Auge zunehmen.

**[0035]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) veranschaulicht eine Grafik von Simulationsergebnissen wie eine nicht-lineare Übertragungsstruktur eine Wellenfront eines Hochgeschwindigkeitssignalimpulses auf einer Kupfersignalleitung schärfen kann. Der Elektronik geht auf herkömmlichen PCBs rasch die Signalbandbreite aus. Vorteilhafterweise können einige Ausführungsformen der Erfindung einen nicht-linearen Mechanismus bereitstellen, um Verluste und Phasenverschiebungen übertragener Bits zu überwinden, was bei einer Fortsetzung von Verbesserungen der PC-Geschwindigkeit sehr hilfreich sein kann.

**[0036]** Bei einigen Ausführungsformen kann es unerwünscht sein alle Hochgeschwindigkeitskupferleitungen mit Varaktor-geladenen Segmenten zu ersetzen. Beispielsweise können für einige Anwendungen die Kosten und Auswirkungen auf die Herstellung von PCBs zu hoch sein. Gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung besteht ein alternativer Ansatz darin, das äußerste Ende einer Kupferübertragungsleitung auf FR-4-Fiberglas durch einen Terminator-Chip zu ersetzen (der gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung aufgebaut ist). Beispielsweise kann der Terminator-Chip auf einer Keramik mit geringem Verlust basieren und einen schmalen Abschnitt von Varaktoren umfassen. Beispielsweise könnte der Termi-

nator-Chip auf dem FR-4 integriert sein oder alternativ in einen Teil eines Packages eines Empfängerchips ausgebildet sein.

**[0037]** Für den Fachmann ist erkennbar, dass zahlreiche Techniken zur Herstellung geeigneter Varaktor-Sektionen bestehen. Beispielsweise können Varaktoren aus Quantenpunkten erzeugt werden. Eine elektrische Programmierung kann verwendet werden, um den exakten Betrag der Schärfung zu steuern. Aktive Elemente können ebenfalls aus Nanostrühen oder Quantenpunkten synthetisiert werden, um eine aktive Signalkonditionierung, wie beispielsweise eine Pulsverstärkung, durchzuführen.

**[0038]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 10](#) umfasst ein elektronisches System **100** eine gedruckte Leiterplatte **102**, wobei die gedruckte Leiterplatte **102** ein Substrat, eine erste elektronische Komponente **104** auf der gedruckten Leiterplatte **102**, eine zweite elektronische Komponente **106** auf der gedruckten Leiterplatte **102**, eine Kupfersignalleitung **108**, die auf der gedruckten Leiterplatte **102** angeordnet ist, wobei die Kupfersignalleitung **108** die erste elektronische Komponente **104** mit der zweiten elektronischen Komponente **106** elektrisch verbindet, und eine nicht-lineare Übertragungsstruktur **109** umfassen, die mit der Kupfersignalleitung **108** gekoppelt ist, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur **109** konfiguriert ist, eine Wellenfront eines Hochgeschwindigkeitssignalimpulses auf der Kupfersignalleitung **108** zu schärfen.

**[0039]** In einigen Ausführungsformen des Systems **100** kann die nicht-lineare Übertragungsstruktur eine spannungsabhängige dielektrische Schicht auf dem gedruckten Leiterplattensubstrat umfassen. Beispielsweise kann die spannungsabhängige dielektrische Schicht eine Mehrzahl von Varaktoren umfassen, die an einem Empfängerende der Signalleitung angeordnet sind. Beispielsweise können die Varaktoren innerhalb eines Achtels einer charakteristischen Wellenlänge des Hochgeschwindigkeitssignalimpulses beabstandet sein. Beispielsweise kann die spannungsabhängige dielektrische Schicht an einem Empfängerende einer Signalleitung positioniert sein.

**[0040]** Bei einigen Ausführungen des Systems **100** kann die spannungsabhängige dielektrische Schicht eine Vielzahl von Varaktoren auf einem keramischen Substrat umfassen. Beispielsweise kann das keramische Substrat an einem Empfängerende einer Signalleitung angeordnet sein. Beispielsweise können die Varaktoren innerhalb eines Achtels einer charakteristischen Wellenlänge des Hochgeschwindigkeitssignalimpulses beabstandet sein.

**[0041]** Bei einigen Ausführungsformen kann die erste elektronische Komponente **104** ein Prozessor und die zweite elektronische Komponente **106** eine Speichervorrichtung sein. Beispielsweise kann die

nicht-lineare Übertragungsstruktur eine spannungsabhängige dielektrische Schicht umfassen, die im Prozessorpackage angeordnet ist, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur konfiguriert ist, um eine Wellenfront eines Hochgeschwindigkeitssignalimpulses innerhalb des Prozessorpackages zu schärfen. Beispielsweise kann das Prozessorpackage gefaltete Signalleitungen verwenden. Beispielsweise kann die spannungsabhängige dielektrische Schicht eine Vielzahl von Varaktoren auf einer gefalteten Signalleitung umfassen.

**[0042]** Unter Bezugnahme von [Fig. 11](#) umfasst ein elektronisches System **110** eine gedruckte Leiterplatte **112**, wobei die gedruckte Leiterplatte **112** ein Substrat, eine erste elektronische Komponente **116** auf der gedruckten Leiterplatte **112**, eine zweite elektronische Komponente **114** auf der gedruckten Leiterplatte **112**, eine Differentialpaarsignalleitung **111**, die eine Kupfersignalleitung **118** und eine Kupfersignalleitung **119** umfasst, die auf der gedruckten Leiterplatte **112** angeordnet sind, wobei das Differentialpaar **111** die erste elektronische Komponente **116** mit der zweiten elektronischen Komponente **114** elektrisch verbindet, und eine nichtlineare Übertragungsstruktur **120** umfassen, die mit der Kupfersignalleitung **118** verbunden ist, und eine nicht-lineare Übertragungsstruktur **121**, die mit der Kupfersignalleitung **119** gekoppelt ist, wobei die nicht-linearen Übertragungsstrukturen **120** und **121** konfiguriert sind, um eine Wellenfront eines Hochgeschwindigkeitssignalimpulses auf dem Differentialpaar **111** zu schärfen.

**[0043]** Bei einigen Ausführungsformen des Systems **110** können die nicht-linearen Übertragungsstrukturen eine spannungsabhängige dielektrische Schicht auf dem gedruckten Leiterplattensubstrat umfassen. Beispielsweise können die spannungsabhängigen dielektrischen Schichten eine Vielzahl von Varaktoren umfassen, die an einem Empfangsende des Differentialpaares angeordnet sind. Beispielsweise können die Varaktoren innerhalb eines Achtels einer charakteristischen Wellenlänge des Hochgeschwindigkeitssignalimpulses beabstandet sein. Beispielsweise kann die spannungsabhängige dielektrische Schicht an einem Empfangsende einer Differentialpaar-Übertragungsleitung angeordnet sein.

**[0044]** Bei einigen Ausführungsformen des Systems **110** kann die spannungsabhängige dielektrische Schicht eine Vielzahl von Varaktoren auf einem keramischen Substrat umfassen. Beispielsweise kann das keramische Substrat an einem Empfangsende der Differentialpaar-Signalleitung angeordnet sein. Beispielsweise können die Varaktoren innerhalb eines Achtels einer charakteristischen Wellenlänge des Hochgeschwindigkeitssignalimpulses beabstandet sein.

**[0045]** Bei einigen Ausführungsformen kann die

erste elektronische Komponente **116** ein Prozessor und die zweite elektronische Komponente **114** eine Speichervorrichtung sein. Beispielsweise kann die nicht-lineare Übertragungsstruktur eine spannungsabhängige dielektrische Schicht umfassen, die innerhalb des Prozessorpackages angeordnet ist, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur konfiguriert ist, um eine Wellenfront eines Hochgeschwindigkeitssignalimpulses innerhalb des Prozessorpackages zu schärfen. Beispielsweise kann das Prozessorpackage gefaltete Signalleitungen verwenden. Beispielsweise kann die spannungsabhängige dielektrische Schicht eine Vielzahl von Varaktoren auf einer gefalteten Signalleitung umfassen.

**[0046]** Die vorangehenden und andere Aspekte der Erfindung werden individuell und in Kombination erreicht. Die Erfindung sollte nicht so ausgelegt werden, dass sie zwei oder mehr derartige Aspekte erfordert, sofern dies nicht gemäß einem speziellen Anspruch ausdrücklich erforderlich ist. Darüber hinaus ist verständlich, dass, obwohl die Erfindung in Verbindung mit dem geschrieben wurde, was momentan als die bevorzugten Beispiele angesehen wird, die Erfindung nicht auf die offenbarten Beispiele beschränkt ist, sondern im Gegenteil beabsichtigt ist, dass sie verschiedene Modifizierungen und äquivalente Anordnungen umfasst, die von der Idee und dem Umfang der Erfindung umfasst sind.

#### Zusammenfassung

**[0047]** Bei einigen Ausführungsformen umfasst eine Vorrichtung ein gedrucktes Leiterplattensubstrat, eine Kupfersignalleitung, die auf dem gedruckten Leiterplattensubstrat angeordnet ist, und eine nicht-lineare Übertragungsstruktur, die mit der Kupfersignalleitung gekoppelt ist, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur konfiguriert ist, um eine Wellenfront eines Hochgeschwindigkeitssignalimpulses auf der Kupfersignalleitung zu schärfen. Bei einigen Ausführungsformen kann die nicht-lineare Übertragungsstruktur eine spannungsabhängige dielektrische Schicht auf dem gedruckten Leiterplattensubstrat umfassen. Bei einigen Ausführungsformen kann die spannungsabhängige dielektrische Schicht eine Vielzahl von Varaktoren umfassen, die an einem Empfangsende der Signalleitung angeordnet sind.

#### Patentansprüche

1. Eine Vorrichtung, umfassend: ein gedrucktes Leiterplattensubstrat; eine Kupfersignalleitung, die auf dem gedruckten Leiterplattensubstrat angeordnet ist; und eine nicht-lineare Übertragungsstruktur, die mit der Kupfersignalleitung gekoppelt ist, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur konfiguriert ist, um eine Wellenfront eines Hochgeschwindig-

keitssignalimpulses auf der Kupfersignalleitung zu schärfen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur umfasst: eine spannungsabhängige dielektrische Schicht auf dem gedruckten Leiterplattensubstrat.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei die spannungsabhängige dielektrische Schicht eine Vielzahl von Varaktoren umfasst, die an einem Empfangsende der Signalleitung angeordnet sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei die Varaktoren innerhalb eines Achtels einer charakteristischen Wellenlänge des Hochgeschwindigkeitssignalimpulses beabstandet sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei die spannungsabhängige dielektrische Schicht an einem Empfangsende einer Differentialpaar-Übertragungsleitung angeordnet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei die spannungsabhängige dielektrische Schicht umfasst: eine Vielzahl von Varaktoren auf einem keramischen Substrat.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei das keramische Substrat an einem Empfangsende einer Signalleitung angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Varaktoren innerhalb eines Achtels einer charakteristischen Wellenlänge des Hochgeschwindigkeitssignalimpulses beabstandet sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur eine spannungsabhängige dielektrische Schicht umfasst, die innerhalb eines Halbleitervorrichtungspackages angeordnet ist, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur konfiguriert ist, um eine Wellenfront eines Hochgeschwindigkeitssignalimpulses innerhalb des Halbleitervorrichtungspackages zu schärfen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei das Halbleitervorrichtungspackages gefaltete Signalleitungen verwendet.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei die spannungsabhängige dielektrische Schicht eine Vielzahl von Varaktoren auf einer gefalteten Signalleitung umfasst.

12. Elektronisches System, umfassend: eine gedruckte Leiterplatte, wobei die gedruckte Leiterplatte ein Substrat umfasst; eine erste elektronische Komponente auf der gedruckten Leiterplatte;

eine zweite elektronische Komponente auf der gedruckten Leiterplatte; eine Kupfersignalleitung, die auf dem gedruckten Leiterplattensubstrat angeordnet ist, wobei die Kupfersignalleitung die erste elektronische Komponente mit der zweiten Komponente elektrisch verbindet; und eine nicht-lineare Übertragungsstruktur, die mit der Kupfersignalleitung gekoppelt ist, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur konfiguriert ist, eine Wellenfront eines Hochgeschwindigkeitssignalimpulses auf der Kupfersignalleitung zu schärfen.

13. System nach Anspruch 12, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur umfasst: eine spannungsabhängige dielektrische Schicht auf dem gedruckten Leiterplattensubstrat.

14. System nach Anspruch 13, wobei die spannungsabhängige dielektrische Schicht eine Vielzahl von Varaktoren umfasst, die an einem Empfangsende der Signalleitung angeordnet sind.

15. System nach Anspruch 14, wobei die Varaktoren innerhalb eines Achtels einer charakteristischen Wellenlänge des Hochgeschwindigkeitssignalimpulses beabstandet sind.

16. System nach Anspruch 14, wobei die spannungsabhängige dielektrische Schicht an einem Empfangsende einer Differentialpaar-Übertragungsleitung angeordnet ist.

17. System nach Anspruch 12, wobei die spannungsabhängige dielektrische Schicht umfasst: eine Vielzahl von Varaktoren auf einem keramischen Substrat.

18. System nach Anspruch 17, wobei das keramische Substrat an einem Empfangsende einer Signalleitung angeordnet ist.

19. System nach Anspruch 17, wobei die Varaktoren innerhalb eines Achtels einer charakteristischen Wellenlänge des Hochgeschwindigkeitssignalimpulses beabstandet sind.

20. System nach Anspruch 12, wobei die erste elektronische Komponente ein Prozessor ist und die zweite elektronische Komponente eine Speichervorrichtung ist.

21. System nach Anspruch 20, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur eine spannungsabhängige dielektrische Schicht umfasst, die innerhalb des Prozessorpackages angeordnet ist, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur konfiguriert ist, um eine Wellenfront eines Hochgeschwindigkeitssignalimpulses innerhalb des Prozessorpackages zu schärfen.

schärfen.

22. System nach Anspruch 21, wobei das Prozessorpackage gefaltete Signalleitungen verwendet.

23. System nach Anspruch 22, wobei die spannungsabhängige dielektrische Schicht eine Vielzahl von Varaktoren auf einer gefalteten Signalleitung umfasst.

24. Verfahren umfassend:  
Bereitstellen eines gedruckten Leiterplattensubstrates;  
Bereitstellen einer Kupfersignalleitung, die auf dem gedruckten Leiterplattensubstrat angeordnet ist;  
Bereitstellen eines Hochgeschwindigkeitssignalimpulses auf der Kupfersignalleitung;  
und  
Schärfen einer Wellenfront des Hochgeschwindigkeitssignalimpulses auf der Kupfersignalleitung mit einer nicht-linearen Übertragungsstruktur.

25. Verfahren nach Anspruch 24, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur umfasst: eine spannungsabhängige dielektrische Schicht auf dem gedruckten Leiterplattensubstrat.

26. Verfahren nach Anspruch 25, wobei die spannungsabhängige dielektrische Schicht eine Vielzahl von Varaktoren umfasst, die an einem Empfangsende der Signalleitung angeordnet sind.

27. Verfahren nach Anspruch 26, wobei die Varaktoren innerhalb eines Achtels einer charakteristischen Wellenlänge des Hochgeschwindigkeitssignalimpulses beabstandet sind.

28. Verfahren nach Anspruch 26, wobei die spannungsabhängige dielektrische Schicht an einem Empfangsende einer Differentialpaar-Übertragungseitung angeordnet ist.

29. Verfahren nach Anspruch 24, wobei die spannungsabhängige dielektrische Schicht umfasst: eine Vielzahl von Varaktoren auf einem keramischen Substrat.

30. Verfahren nach Anspruch 29, wobei das keramische Substrat an einem Empfangsende einer Signalleitung angeordnet ist.

31. Verfahren nach Anspruch 30, wobei die Varaktoren innerhalb eines Achtels einer charakteristischen Wellenlänge des Hochgeschwindigkeitssignalimpulses beabstandet sind.

32. Verfahren nach Anspruch 24, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur eine spannungsabhängige dielektrische Schicht umfasst, die innerhalb eines Halbleitervorrichtungspackages angeord-

net ist, wobei die nicht-lineare Übertragungsstruktur konfiguriert ist, um eine Wellenfront eines Hochgeschwindigkeitssignalimpulses innerhalb des Halbleiterpackage zu schärfen.

33. Verfahren nach Anspruch 32, wobei das Halbleiterpackage gefaltete Signalleitungen verwendet.

34. Verfahren nach Anspruch 33, wobei die spannungsabhängige dielektrische Schicht eine Vielzahl von Varaktoren auf einer gefalteten Signalleitung umfasst.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

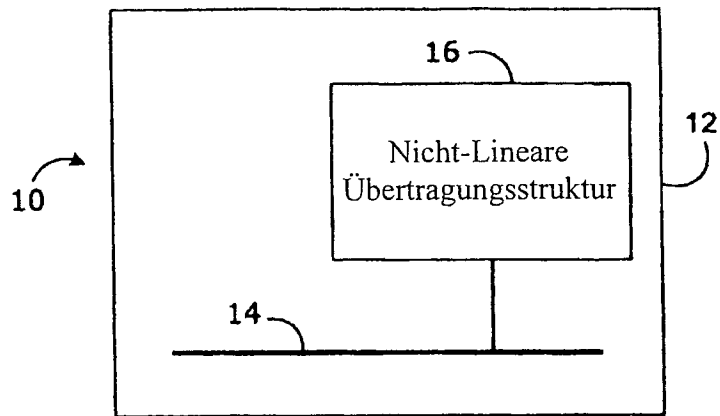


Fig. 1

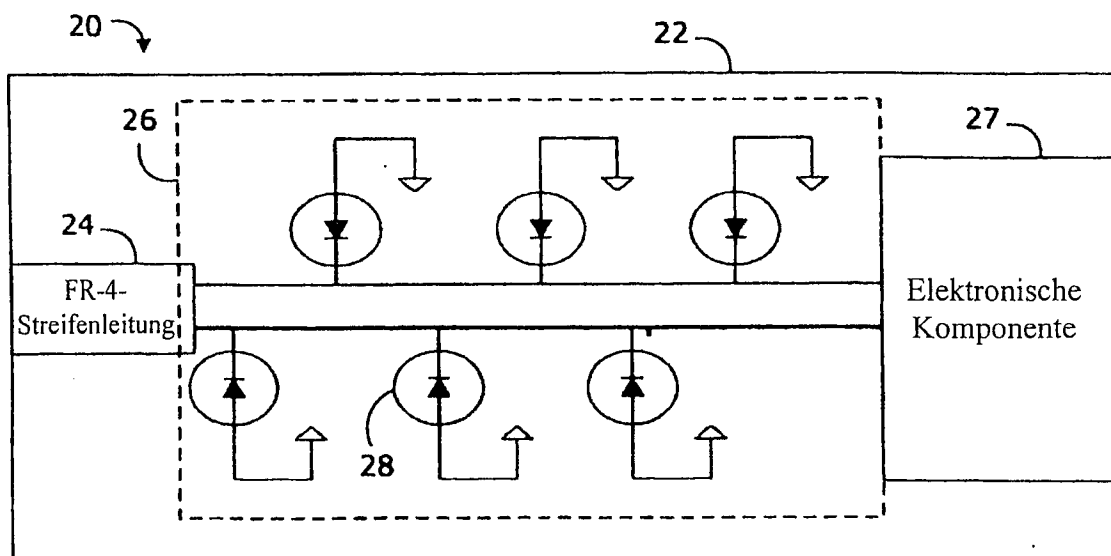


Fig. 2

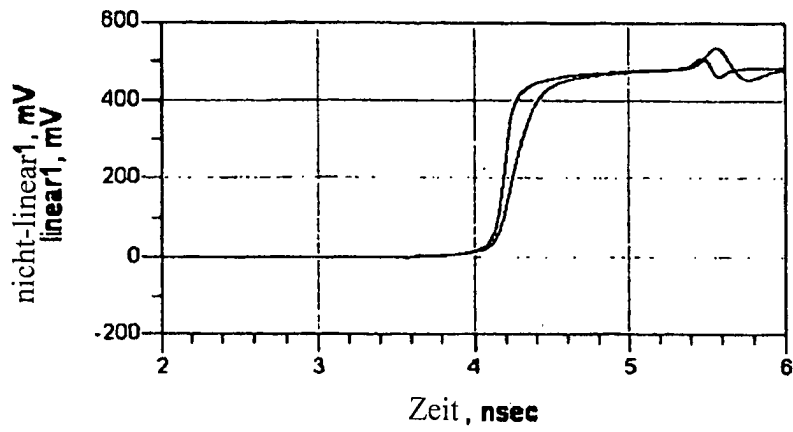


Fig. 3

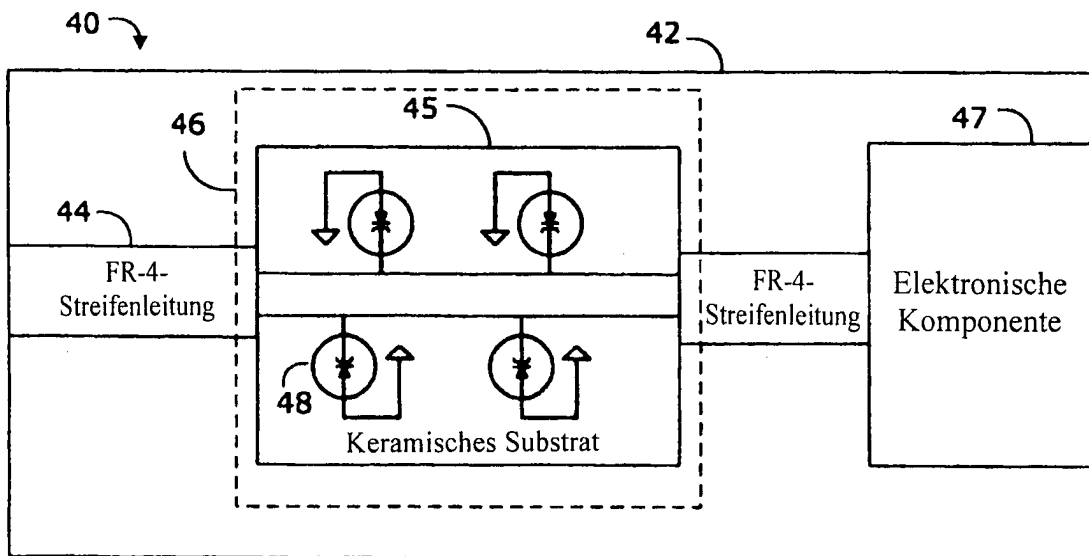


Fig. 4

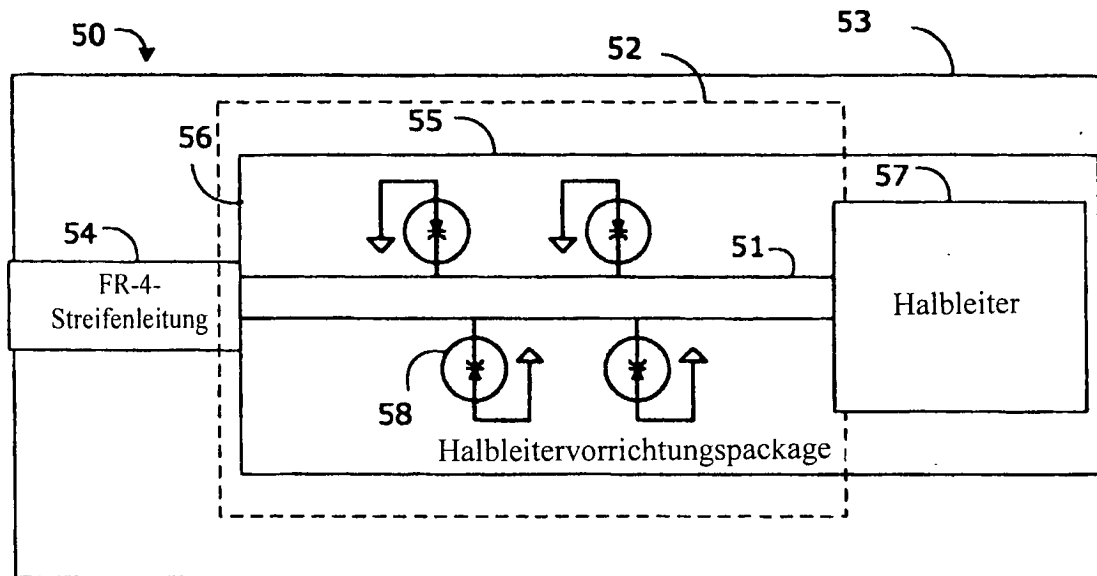


Fig. 5

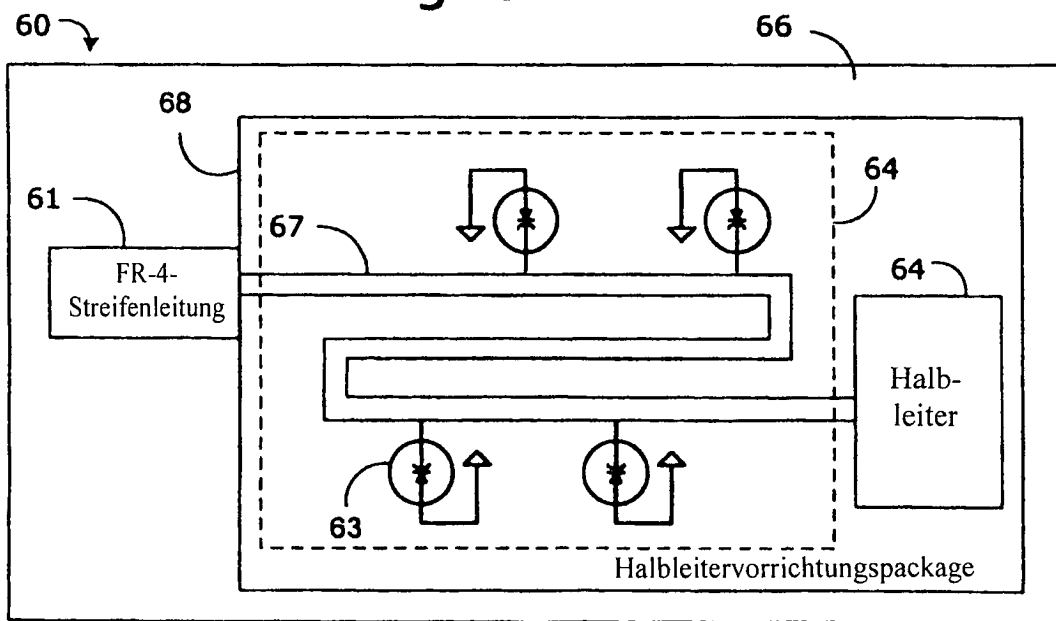


Fig. 6

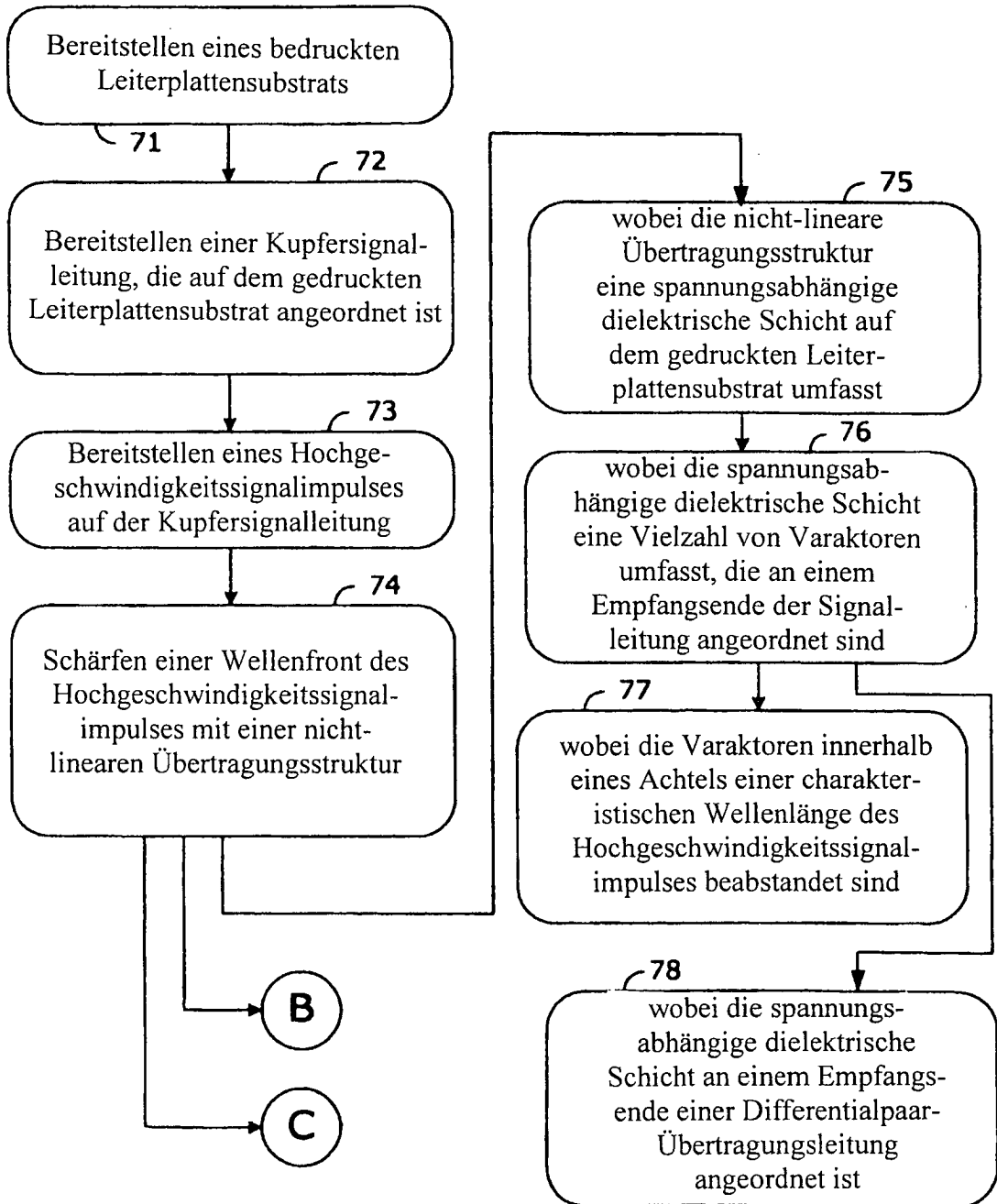
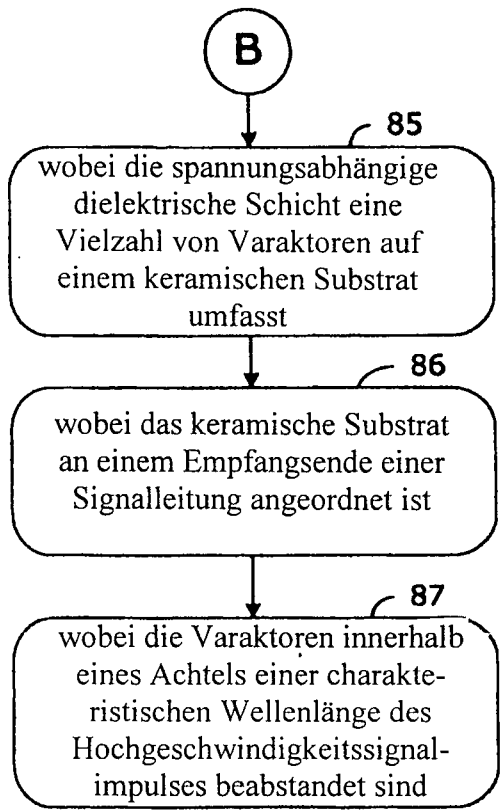
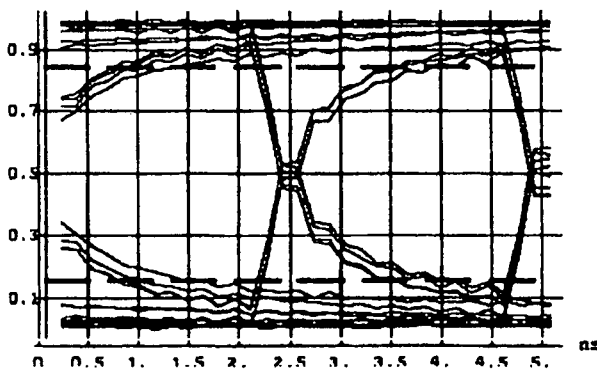


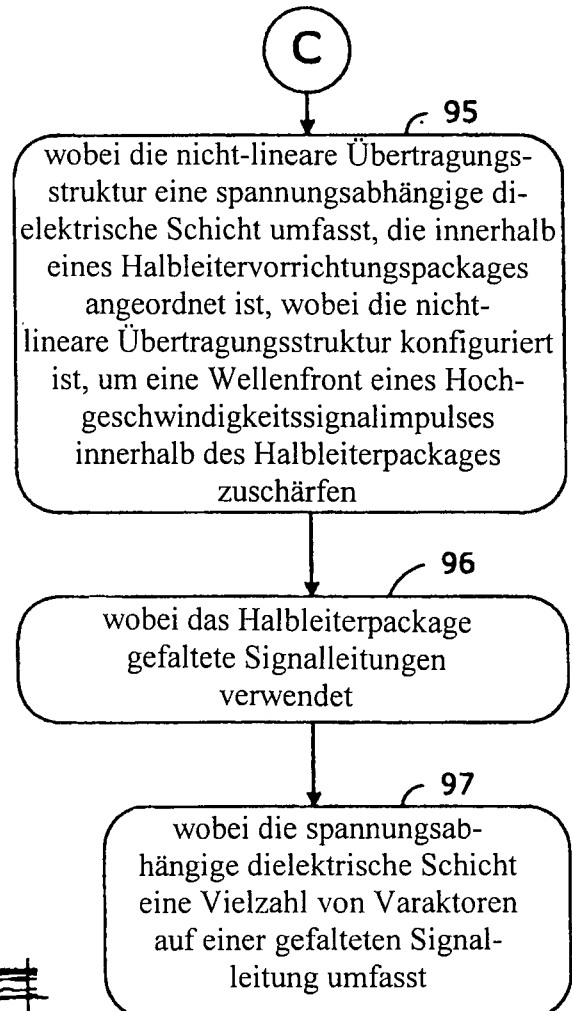
Fig. 7



**Fig. 8**



**Fig. 12**



**Fig. 9**

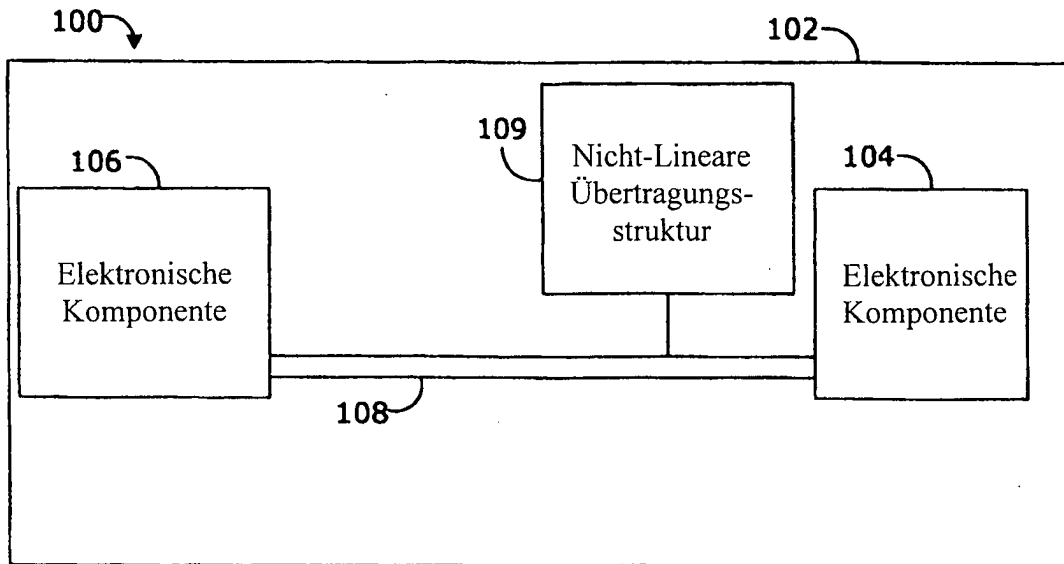


Fig. 10

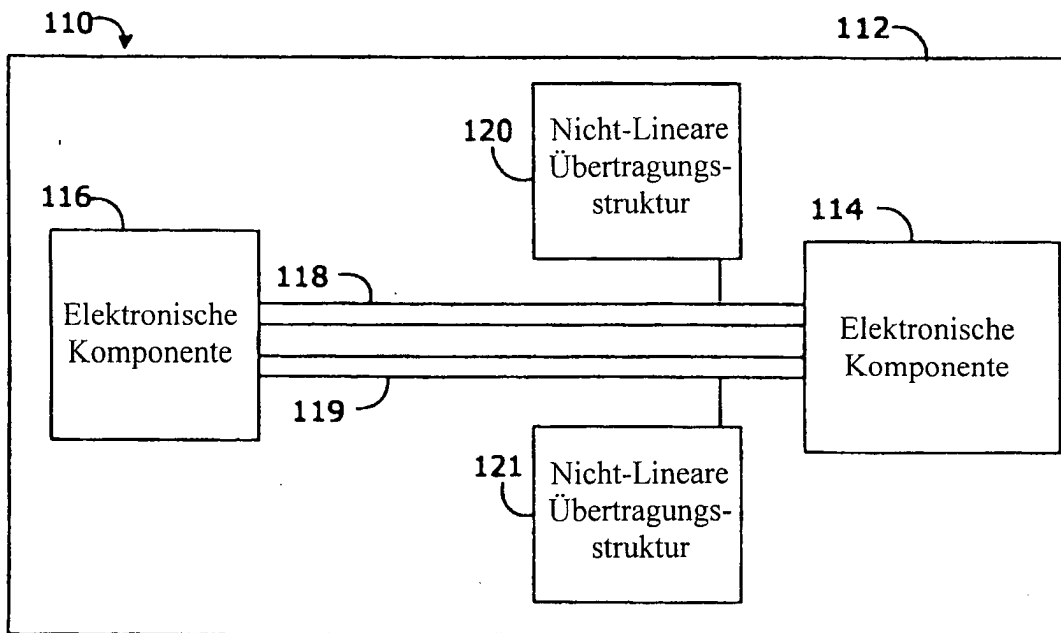


Fig. 11