



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 37 514 T2** 2008.01.31

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 025 536 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 37 514.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US97/21915**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 949 695.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1998/024053**

(86) PCT-Anmeldetag: **21.11.1997**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **04.06.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **09.08.2000**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **21.03.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.01.2008**

(51) Int Cl.⁸: **G06K 9/36** (2006.01)
G06F 17/14 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
758224 27.11.1996 US

(73) Patentinhaber:
Zoran Corp., Sunnyvale, Calif., US

(74) Vertreter:
Patentanwälte Möll und Bitterich, 76829 Landau

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT, NL

(72) Erfinder:
CHUI, Charles K., Palo Alto, CA 94304, US

(54) Bezeichnung: **SYSTEM UND VERFAHREN ZUM BEARBEITEN WELLENARTIGER UND UMGEKEHRTEN WELLENARTIGEN TRANSFORMATIONEN VON DIGITALEN DATEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemeine Systeme und Verfahren zur Verarbeitung von digitalen Daten. Insbesondere betrifft sie ein System und ein Verfahren zum Durchführen von wavelet-likes und inversen wavelet-likes Transformationen von digitalen Daten, einschließlich 2-D Bilddaten und 1-D Audiodaten unter Verwendung von einzig Additions- und Bitschiebeoperationen.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Die Verwendung von Wavelet- und Invers-Wavelet-Transformationen ist in der digitalen MRA (Mehrfachauflösungsanalyse)-Datenverarbeitung gut eingeführt. Ein spezielles Merkmal dieses Ansatzes ist es, dass es eine schmale Fensterung von Hochfrequenzdaten von kurzer Dauer ermöglicht, während auch eine breite Fensterung von Niederfrequenzdaten von langer Dauer ermöglicht wird, wie allgemein in Chui, C. K., „An Introduction to Wavelets“, Academic Press, Boston, MA, 1992 beschrieben.

[0003] In der Tat sind MRA Wavelet- und Invers-Wavelet-Transformationen insbesondere bei der Komprimierung und/oder Dekomprimierung von 2-D Daten sinnvoll, die eine 2-D Matrix von Datenstichproben (oder Elementen) mit vertikalen und horizontalen Dimensionen umfassen, wie etwa 2-D Bilddaten, welche eine 2-D Matrix von Datenstichproben umfassen, die die Pixel eines Bildes darstellen. Insbesondere erlauben es Wavelets hohe räumliche Frequenzdatenstichprobenwerte von kurzer Dauer in einer engen Fensterung und niedere räumliche Frequenzdatenstichprobenwerte von langer Dauer in einer breiten Fensterung zu bearbeiten. Komprimierung und/oder Dekomprimierung von 2-D Daten unter Verwendung von Wavelet- und inversen Wavelet-Transformationen werden allgemein in der Art und Weise ausgeführt, wie sie im US Patent Nr. 5.014.134, Lawton, W. et al., „Image Compression Method and Apparatus“, herausgegeben am 07. Mai 1991 beschrieben sind.

[0004] Insbesondere beim Dekomprimieren von 2-D Originaldaten werden zunächst die Originaldaten über ein oder mehrere Auflösungsstufen unter Verwendung einer MRA Wavelet-Transformation zerlegt. Bei jeder Auflösungsstufe, bei der eine Zerlegung durchgeführt wird, werden 2-D Eingangsdaten mit der Wavelet-Transformation in LL, LH, HL und HH 2-D Komponentendaten zerlegt. Die Datenstichproben der LL, LH, HL und HH Komponentendaten repräsentieren die Datenstichproben der Eingangsdaten in dem LL räumlichen Frequenzunterband (d.h. sie weisen Datenstichprobenwerte mit einer niederen räumlichen Frequenz in der vertikalen und horizontalen Dimension auf), in dem LH räumlichen Frequenz-

unterband (d.h. sie weisen Datenstichprobenwerte mit einer niederen räumlichen Frequenz in der vertikalen Dimension und mit einer hohen räumlichen Frequenz in der horizontalen Dimension auf), in dem HL räumlichen Frequenzunterband (d.h. sie weisen Datenstichprobenwerte mit einer hohen räumlichen Frequenz in der vertikalen Dimension und mit einer niederen räumlichen Frequenz in der horizontalen Dimension auf), in dem HH räumlichen Frequenzunterband (d.h. sie weisen Datenstichprobenwerte mit einer hohen räumlichen Frequenz in der vertikalen und horizontalen Dimension auf). Bei der ersten Auflösungsstufe, bei der eine Zerlegung ausgeführt wird, sind die Originaldaten die Eingangsdaten. Und bei jeder nachfolgenden Auflösungsstufe sind die LL Komponentendaten aus der vorhergehenden Zerlegung die Eingangsdaten. Alle LH, HL und HH Komponentendaten aus jeder der Zerlegungen und die LL Komponentendaten aus der letzten Zerlegung bilden die vollständig zerlegten Daten der Originaldaten.

[0005] Die vollständig zerlegten 2-D Daten werden dann quantisiert, um quantisierte 2-D Daten bereitzustellen. Dies wird dadurch erreicht, dass die Datenstichproben der zerlegten Originaldaten quantisiert werden, so dass sie nur zulässige ganzzahlige Werte aufweisen. Sobald dies durchgeführt ist, werden die quantisierten Daten codiert, um sie zu komprimieren und codierte (d.h. komprimierte) 2-D Daten bereitzustellen. Dies wird durch Codieren der Datenstichproben der quantisierten Daten basierend auf ihren ganzzahligen quantisierten Werten erreicht. Die verwendete Codierungstechnik ist vorzugsweise eine verlustlose Codierungstechnik, die extrem kompakt ist, wie etwa die, die in den erteilten US-Patenten US 5.893.100 und US 5.748.116 offenbart ist.

[0006] Datenstichproben können nur eine begrenzte Anzahl von ganzzahligen Werten aufweisen. Die Menge an Codierung, die benötigt wird, um die Datenstichproben darzustellen, wird reduziert, was somit das Komprimierungsverhältnis der Daten erhöht.

[0007] Umgekehrt wird die Dekomprimierung von codierten 2-D Daten des gerade beschriebenen Typs in umgekehrter Reihenfolge zu dem gerade Beschriebenen ausgeführt. Mit anderen Worten werden solche Daten zunächst decodiert, um decodierte 2-D Daten zu erhalten. Dann werden die Datenstichproben der decodierten Daten entquantisiert, um entquantisierte 2-D Daten bereitzustellen. Die entquantisierten Daten werden dann über die gleichen Auflösungsstufen rekonstruiert, die bei der Zerlegung der Originaldaten verwendet wurden. Die sich ergebenden rekonstruierten 2-D Daten werden aus den LL, LH, HL und HH Komponentendaten der entquantisierten Daten unter Verwendung einer inversen MRA Wavelet-Transformation erzeugt, die der Wavelet-Transformation entspricht, die bei der Zerlegung der Originaldaten verwendet wird.

[0008] Beim Zerlegen und Rekonstruieren von Daten verwenden die meisten Datenverarbeitungssysteme und Verfahren üblicherweise Quadraturspiegelfilter (QMF), wie es in Mallat „A Theory for Multiresolution Data Decomposition: The Wavelet Representation“, U. Penn. Report No. MS-CIS-87-22, 1987 für jede entsprechende Auflösungsstufe, bei der dies durchgeführt wird, beschrieben ist. Jede QMF führt eine Zerlegung oder Rekonstruktion bei einer entsprechenden Auflösungsstufe mit einem Satz von getrennten Tiefpass- und Hochpass-Faltungsfiltern durch.

[0009] Da jedoch die Tiefpass- und Hochpass-Faltungsfilter des QMFs getrennt sind, teilen sie beim Berechnen ihrer Ausgaben die Daten nicht miteinander. Darüber hinaus verwenden diese Tiefpass- und Hochpass-Faltungsfilter Multiplizierer, um die LL, LH, HL und HH Komponentendaten wie vorher beschrieben zu erzeugen. Und bei QMFs, die bei der Zerlegung von Originaldaten verwendet werden, geschieht das Downsampeln von Datenstichproben erst, nachdem die Tiefpass- und Hochpass-Faltungsfilter die Datenstichproben der Daten verarbeitet haben. Somit verschwenden diese QMFs Zeit bei der Verarbeitung von Datenstichproben, die später verworfen werden. In ähnlicher Weise erfolgt bei QMFs, die bei der Rekonstruktion von zerlegten Daten verwendet werden, ein Upsampeln von Datenstichproben, bevor die Tiefpass- und Hochpass-Faltungsfilter die Datenstichproben verarbeitet haben. Da die upgesampelten Datenstichproben Werte von Null haben, verschwenden diese QMFs Zeit beim Verarbeiten dieser upgesampelten Datenstichproben.

[0010] Zusammengefasst ist die vorliegende Erfindung ein Datenverarbeitungssystem, das einen wavelet-likes Transformationsgenerator umfasst, der eine wavelet-like Transformation von Eingangsdaten in zerlegte Daten unter Verwendung eines entsprechenden Verfahrens durchführt. Die Eingangsdaten umfassen ein Set von Eingangsdatenstichproben und die zerlegten Daten umfassen Sets von zerlegten Eingangsdatenstichproben. Beim Durchführen der wavelet-likes Transformation wird das Set von Eingangsdatenstichproben entschachtelt, um Subsets des Sets von Eingangsdatenstichproben zu erzeugen. Indem dies durchgeführt wird, werden ein oder mehrere Subsets der Eingangsdatenstichprobensätze räumlich in einer oder mehreren räumlichen Dimensionen verschoben, um ein oder mehrere räumlich verschobene Subsets der Eingangsdatenstichprobensätze zu erzeugen. In ähnlicher Weise werden ein oder mehrere Sets zerlegter Datenstichproben räumlich in einer oder mehreren räumlichen Dimensionen verschoben, um ein oder mehrere räumlich verschobene Sets von zerlegten Datenstichproben zu erzeugen. Und für jedes der Sets zerlegter Datenstichproben wird jede zerlegte Datenstichprobe des Sets durch Berechnen einer gewichte-

ten Summe eines vordefinierten Sets von Datenstichproben erzeugt, der aus (A) den Subsets des Sets von Eingangsdatenstichproben, (B) dem einen oder mehreren räumlich verschobenen Subsets der Eingangsdatenstichproben, (C) den Sets der zerlegten Datenstichproben und (D) einem oder mehreren räumlich verschobenen Sets der zerlegten Datenstichproben ausgewählt ist. Die gewichtete Summe wird allein unter Verwendung von Additions- und Bitschiebeoperationen berechnet.

[0011] Darüber hinaus umfasst das Datenverarbeitungssystem einen inversen wavelet-likes Transformationsgenerator, der unter Verwendung eines entsprechenden Verfahrens eine inverse wavelet-like Transformation der zerlegten Daten in rekonstruierte Daten ausführt. Die zerlegten Daten umfassen Sets von zerlegten Datenstichproben und die rekonstruierten Daten umfassen ein Set von rekonstruierten Datenstichproben. Indem dies so durchgeführt wird, werden ein oder mehrere Sets der zerlegten Datenstichproben räumlich in einer oder mehreren räumlichen Dimensionen verschoben, um ein oder mehrere räumlich verschobene Sets zerlegter Datenstichproben zu erzeugen. In ähnlicher Weise werden ein oder mehrere Subsets der Sets rekonstruierter Datenstichproben in einer oder mehreren räumlichen Dimensionen verschoben, um ein oder mehrere räumlich verschobene Subsets von rekonstruierten Datenstichprobensets zu erzeugen. Und für jedes Subset der Sets rekonstruierter Datenstichproben wird jede rekonstruierte Datenstichprobe des Subsets durch Berechnen einer gewichteten Summe eines vordefinierten Sets von Datenstichproben erzeugt, der aus (A) den Subsets des Sets rekonstruierter Datenstichproben, (B) einem oder mehreren räumlich verschobenen Subsets der rekonstruierten Datenstichproben, (C) den Sets zerlegter Datenstichproben und (D) ein oder mehreren räumlich verschobenen Sets zerlegter Datenstichproben ausgewählt ist. Die gewichtete Summe wird nur unter Verwendung von Additions- und Bitschiebeoperationen berechnet. Dann werden die Subsets der rekonstruierten Datenstichproben verschachtelt, um das Set von rekonstruierten Datenstichproben zu erzeugen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0012] Zusätzliche Gegenstände und Merkmale der Erfindung werden leicht aus der folgenden detaillierten Beschreibung und den angefügten Patentansprüchen in Verbindung mit den Zeichnungen deutlich, in denen:

[0013] [Fig. 1](#) ein Blockdiagramm einer Datenverarbeitungsstation mit einem softwareimplementierten Datenverarbeitungssystem in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung ist;

[0014] [Fig. 2](#) ein Blockdiagramm des Datenverar-

beitungssystems von [Fig. 1](#) ist;

[0015] [Fig. 3](#) eine Darstellung ist, wie die ursprünglichen 2-D Daten durch das Datenverarbeitungssystem der [Fig. 2](#) in HH, HL, LH und LL 2-D Komponentendaten zerlegt werden;

[0016] [Fig. 4](#) ein Blockdiagramm des wavelet-lichen Transformationsgenerators des Datenverarbeitungssystems von [Fig. 2](#) ist;

[0017] [Fig. 5](#) eine Ausführungsform der Zerlegungsfilter des wavelet-lichen Transformationsgenerators von [Fig. 4](#) zum Zerlegen von 2-D Eingangsdaten bereitstellt;

[0018] [Fig. 6](#) eine Darstellung der Datenstichproben der 2-D Eingangsdaten bereitstellt, die durch den Zerlegungsfilter von [Fig. 5](#) zerlegt werden;

[0019] [Fig. 7](#) eine Darstellung der Datenstichproben der zerlegten 2-D Daten bereitstellt, die von dem Zerlegungsfilter von [Fig. 5](#) erzeugt werden;

[0020] [Fig. 8a](#) und [Fig. 8b](#) eine weitere Ausführungsform der Zerlegungsfilter des wavelet-lichen Transformationsgenerators von [Fig. 4](#) zum Zerlegen von 2-D Eingangsdaten bereitstellt;

[0021] [Fig. 9](#) eine Darstellung der Datenstichproben der 2-D Eingangsdaten bereitstellt, die von dem Zerlegungsfilter der [Fig. 8a](#) und [Fig. 8b](#) in der vertikalen Dimension zerlegt sind;

[0022] [Fig. 10](#) eine Darstellung der Datenstichproben der zwischenzerlegten 2-D Daten darstellt, die durch den Zerlegungsfilter von [Fig. 8a](#) und [Fig. 8b](#) erzeugt wurden;

[0023] [Fig. 11](#) ein Blockdiagramm des inversen wavelet-lichen Transformationsgenerators des Datenverarbeitungssystems von [Fig. 2](#) ist;

[0024] [Fig. 12](#) eine Ausführungsform der Rekonstruktionsfilter des inversen wavelet-lichen Transformationsgenerators von [Fig. 11](#) bereitstellt;

[0025] [Fig. 13a](#) und [Fig. 13b](#) eine andere Ausführungsform der Rekonstruktionsfilter des wavelet-lichen Transformationsgenerators der [Fig. 11](#) bereitstellt;

[0026] [Fig. 14](#) ein Blockdiagramm einer Datenverarbeitungsstation mit einem in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung hardwareimplementierten Datenverarbeitungssystem ist.

BESCHREIBUNG VON BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0027] In [Fig. 1](#) ist eine Datenverarbeitungsstation

100 mit einer Softwareausführung eines Datenverarbeitungssystems **102** gezeigt. Wie in Kürze genauer beschrieben wird, verwendet das Datenverarbeitungssystem **102** eine neuartige MRA wavelet-like Transformation, um Original-(d.h. Roh-) Digitaldaten zu zerlegen. Diese Daten können 1-D Daten, wie etwa Audiodaten, und/oder 2-D Daten, wie etwa Bild-daten, sein. Diese Daten werden durch das Datenverarbeitungssystems quantisiert und codiert, um codierte (d.h. komprimierte) Daten zu erzeugen. Zusätzlich decodiert und entquantisiert das Datenverarbeitungssystem diese Daten oder andere Daten, die außerhalb zerlegt, quantisiert und in der gleichen Weise codiert wurden. Es verwendet dann eine neuartige MRA inverse wavelet-like Transformation, die der gerade erwähnten wavelet-lichen Transformation entspricht, um diese decodierten und entquantisierten Daten zu rekonstruieren, um rekonstruierte (d.h. dekomprimierte) Daten zu erzeugen.

[0028] Die Datenverarbeitungsstation **100** umfasst einen Speicher **110**. Der Speicher speichert ein Betriebssystem **112** und das Datenverarbeitungssystem **102**. Das Betriebssystem und das Datenverarbeitungssystem laufen über die CPU **114** der Arbeitsstation. Das Betriebssystem steuert und koordiniert den Lauf des Datenverarbeitungssystems als Antwort auf Befehle, die von einem Benutzer an der Benutzerschnittstelle **116** der Arbeitsstation gegeben werden.

[0029] Die Originaldaten und die extern erzeugten codierten Daten werden von der Datenverarbeitungsstation **100** aus einer externen Quelle (nicht gezeigt) durch externe Kommunikationskanäle **118** über die Kommunikationsschnittstelle **120** empfangen. Diese Daten werden dann von dem Betriebssystem **112** in den Speicherstellen **104** bzw. **106** gespeichert. In ähnlicher Weise werden die codierten Daten, die von dem Datenverarbeitungssystem **102** erzeugt werden, in der Speicherstelle **106** gespeichert und können von dem Betriebssystem abgerufen und an ein äußeres Ziel (nicht gezeigt) geschickt werden. Dies geschieht durch Kommunikationskanäle über die Kommunikationsschnittstelle. Alle diese Operationen werden als Antwort auf Befehle ausgeführt, die von dem Benutzer über die Benutzerschnittstelle **116** eingegeben werden.

[0030] Wenn der Anwender wünscht, dass die Originaldaten komprimiert werden, gibt der Benutzer über die Benutzerschnittstelle geeignete Befehle ein, um das Datenverarbeitungssystem **102** aufzurufen und Daten auszuwählen. Die ausgewählten Daten werden dann von dem Datenverarbeitungssystem in der im Folgenden diskutierten Art und Weise komprimiert.

[0031] Mit Bezug auf [Fig. 2](#) ruft der wavelet-like Transformationsgenerator **122** des Datenverarbei-

tungssystems **102** die ausgewählten Originaldaten aus der Speicherstelle **104** ab und zerlegt diese, um zerlegte Daten zu bilden. Dies wird unter Verwendung der neuartigen wavelet-likes Transformation ausgeführt, die vorher erwähnt wurde und in Kürze diskutiert wird.

[0032] Dann werden die zerlegten Daten von dem Quantisierer **124** des Datenverarbeitungssystems **102** quantisiert, um quantisierte Daten zu erzeugen. Der Quantisierer quantisiert die zerlegten Daten durch Quantisierung seiner Datenstichproben auf vordefinierte zulässige ganzzahlige Werte. Dies kann unter Verwendung der bekannten Scalierungs-Quantisierungs-Technik durchgeführt werden, wie etwa in A. Gersho und R. M. Gray „Vector Quantization and Signal Compression“, Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, 1992 beschrieben.

[0033] Der Codierer **126** des Datenverarbeitungssystems **102** codiert dann die quantisierten Daten, so dass sie komprimiert sind und codierte Daten bilden. Dies kann durch Codieren der quantisierten Datenstichproben der quantisierten Daten basierend auf ihren quantisierten ganzzahligen Werten unter Verwendung einer verlustlosen und extrem kompakten Codierungstechnik durchgeführt werden, wie etwa die, die in den erteilten US Patenten US 5.893.100 und US 5.748.116 offenbart sind, auf die schon vorher Bezug genommen wurde. Der Codierer speichert dann die codierten Daten in der Speicherstelle **106**.

[0034] Mit Bezug auf [Fig. 1](#) gibt der Benutzer, wenn der Benutzer umgekehrt wünscht, codierte Daten zu dekomprimierten, geeignete Befehle über die Benutzerschnittstelle ein, um das Datensystem aufzurufen und die codierten Daten auszuwählen. Das Datenverarbeitungssystem dekomprimiert dann die ausgewählten codierten Daten in der im Folgenden beschriebenen Art und Weise.

[0035] Mit Bezug auf [Fig. 2](#) liest der Decoder **128** des Datenverarbeitungssystems **102** die codierten Daten aus der Speicherstelle **106** ein und decodiert diese, um decodierte Daten zu erzeugen, die dekomprimiert und quantisiert sind. Der Decoder führt dies durch, indem er die codierten Datenstichproben der codierten Daten unter Verwendung einer Decodier-technik decodiert, die der zuvor beschriebenen Codiertechnik entspricht.

[0036] Dann werden die decodierten Daten von dem Entquantisierer **130** des Datenverarbeitungssystems **102** entquantisiert, um entquantisierte Daten zu erzeugen, die noch zerlegt sind. Dies wird dadurch erreicht, dass die quantisierten Datenstichproben der decodierten Daten von ihren vordefinierten zulässigen ganzzahligen Werten auf entquantisierte Werte entquantisiert werden. Wenn dies durchgeführt wird, verwendet der Entquantisierer eine Entquantisierungs-

sierungstechnik, die der Quantisierungstechnik entspricht, die vorher erwähnt wurde.

[0037] Die entquantisierten Daten werden dann durch den inversen wavelet-likes Transformationsgenerator **132** rekonstruiert, um rekonstruierte Daten zu erzeugen. Der inverse wavelet-like Transformationsgenerator rekonstruiert die entquantisierten Daten. Dies wird unter Verwendung der neuartigen inversen wavelet-likes Transformation durchgeführt, die zuvor erwähnt wurde und die in Kürze beschrieben wird. Die inverse wavelet-like Transformation entspricht der wavelet-likes Transformation, die vorher erwähnt wurde. Die rekonstruierten Daten werden dann von dem inversen wavelet-likes Transformationsgenerator in der Speicherstelle **108** gespeichert.

2-D wavelet-like Transformation

[0038] Wie zuvor diskutiert können die ausgewählten Originaldaten, die ausgewählt sind, um zerlegt zu werden, 2-D Daten sein, die eine 2-D Matrix von Datenstichproben enthalten. Die Matrix von Datenstichproben aller solcher 2-D Daten weist Zeilen von Datenstichproben in einer räumlichen Dimension, der vertikalen Dimension, und Spalten von Datenstichproben in einer anderen räumlichen Dimension, der horizontalen Dimension, auf. Jede Datenstichprobe weist einen Wert auf, der eine physikalische Eigenschaft darstellt. Zum Beispiel stellt der Wert jeder Datenstichprobe das Intensitätsniveau des entsprechenden Pixels in dem Bild dar, wenn die 2-D Daten Bilddaten sind, die eine 2-D Matrix von Datenstichproben umfassen, welche Pixel eines Bildes darstellen.

[0039] Mit Bezug auf [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) kann ähnlich zu konventionellen Wavelet-Transformationsgeneratoren der wavelet-like Transformationsgenerator **122** verwendet werden, um 2-D Originaldaten c^M in einem MRA 2-D Raum zu zerlegen, wobei eine MRA 2-D waveletlike Transformation über N Auflösungsstufen $\{M-n\}$ verwendet wird, wobei $N \geq 1$ ist, M die Auflösungsstufe der Originaldaten darstellt, $n = 0$ bis $N-1$ ist und die n-te Zerlegung darstellt, die an der Auflösungsstufe M-n auftritt, und wobei N auch die Anzahl von Zerlegungen darstellt. Und wie konventionelle Wavelet-Transformationsgeneratoren weist der wavelet-like Transformationsgenerator einen entsprechenden Zerlegungsfilter **134-M-n** für jede Auflösungsstufe M-n auf, bei der eine Zerlegung durchgeführt wird.

[0040] Somit werden bei jeder Auflösungsstufe M-n, bei der eine Zerlegung durchgeführt wird, 2-D Eingangsdaten c^{M-n} , die dem entsprechenden Zerlegungsfilter **134-M-n** der Stufe M-n bereitgestellt werden, unter Verwendung der wavelet-likes Transformation in LL, LH, HL und HH 2-D Komponentendaten c^{M-n-1} , d^{M-n-1} , e^{M-n-1} bzw. f^{M-n-1} zerlegt. Die LL, LH, HL

und HH Komponentendaten umfassen entsprechende 2-D Matrizen von Datenstichproben. Die Datenstichproben der LL, LH, HL und HH Komponentendaten repräsentieren die Datenstichproben der Eingangsdaten in dem LL räumlichen Frequenzunterband, dem LH räumlichen Frequenzunterband, dem HL räumlichen Frequenzunterband und dem HH räumlichen Frequenzunterband. Darüber hinaus bilden die LL, LH, HL und HH Komponentendaten die zerlegten Daten y^{M-n-1} der Eingangsdaten. Somit sind die Originaldaten bei der ersten Auflösungsstufe M, bei der dies durchgeführt wird, die Eingangsdaten c^M für den Zerlegungsfiler **134-M** der Stufe M. Und bei jeder nachfolgenden Auflösungsstufe M-n sind die LL Komponentendaten c^{M-n} aus der vorhergehenden Auflösungsstufe M-n-1 die Eingangsdaten für den entsprechenden Zerlegungsfiler **134-M-n** der Stufe M-n. Folglich umfassen die vollständig zerlegten 2-D Daten z^{M-N} der Originaldaten, die HH, HL und LH Komponentendaten $\{f^{M-1}, e^{M-1}, d^{M-1}, \dots, f^{M-n}, e^{M-n}, d^{M-n}, f^{M-n-1}, e^{M-n-1}, d^{M-n-1}, f^{M-N}, e^{M-N}, d^{M-N}\}$ aus den N Zerlegungen, die über die N Auflösungsstufen durchgeführt werden, und die LL Komponentendaten c^{M-N} , die in der letzten Auflösungsstufe M-N+1 von dem Zerlegungsfiler **134-M-N+1** der Stufe M-N+1 erzeugt werden.

[0041] [Fig. 5](#) zeigt eine Ausführungsform des Zerlegungsfilters **134-M-n** für jede Auflösungsstufe M-n. Das Set an Eingangsdatenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}$ der entsprechenden 2-D Eingangsdaten c^{M-n} wird dem Zerlegungsfiler **134-M-n** bereitgestellt, wobei für jedes $k = 0$ bis $K-1$, $l = 0$ bis $L-1$, k und l entsprechende Indizes in der vertikalen und horizontalen Dimension sind, $K = 2^{M-n}$ ist und die Anzahl von Datenstichproben in der vertikalen Dimension jeder Spalte der 2-D Matrix der Eingangsdaten darstellt und $L = 2^{M-n}$ ist und die Anzahl von Datenstichproben in der horizontalen Dimension in jeder Zeile der Matrix darstellt. Als Antwort darauf erzeugt der Zerlegungsfiler die Sets zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$, $\{c_{2i+1,2j}^{M-n}\}$, $\{c_{2i,2j+1}^{M-n}\}$ und $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n}\}$ der LL, LH, HL und HH 2-D Komponentendaten c^{M-n-1} , d^{M-n-1} , e^{M-n-1} bzw. f^{M-n-1} , die die zerlegten 2-D Daten y^{M-n-1} der Eingangsdaten bilden, wie in [Fig. 7](#) gezeigt.

[0042] Mit Bezug auf [Fig. 5](#) bis [Fig. 7](#) umfasst der Zerlegungsfiler **134-M-n** ein 2-D Entschachtelungs(d.h. Multiplex- oder Schalt-) Modul (2-D DInt Modul) **136**. Das Entschachtelungs-Modul entschachtelt (d.h. bündelt oder schaltet) das Set von Eingangsdatenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} in der vertikalen und horizontalen Dimension (d.h. in 2-D), um die Subsets der Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$, $\{c_{2i+1,2j}^{M-n}\}$, $\{c_{2i,2j+1}^{M-n}\}$, $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n}\}$ des Sets von Eingangsdatenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}$ zu erzeugen.

[0043] Insbesondere umfasst das 2-D Entschachtelungs-Modul **136** vertikale und horizontale räumliche Verschieber (z.B. Verzögerungen) (z_k^{-1} und z_l^{-1}), die

das Set an Eingangsdatenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} entsprechend räumlich um eine Datenstichprobe in der vertikalen und horizontalen Dimension nach unten schieben (d.h. verzögern), um die räumlich verschobenen Sets an Eingangsdatenstichproben $\{c_{k,l+1}^{M-n}\}$ und $\{c_{k+1,l}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten zu erzeugen. Zusätzlich umfasst das Entschachtelungs-Modul einen anderen räumlichen Verschieber in horizontaler Dimension (z_l^{-1}), der das verschobene Set an Eingangsdatenstichproben $\{c_{k+1,l}^{M-n}\}$ räumlich um eine Datenstichprobe in der horizontalen Dimension nach unten verschiebt, um das räumlich verschobene Set an Eingangsdatenstichproben $\{c_{k+1,l+1}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten zu erzeugen.

[0044] Jedoch umfasst bei räumlich verschobenen Sets von Datenstichproben in einer räumlichen Dimension das ursprüngliche Set an Datenstichproben nicht wirklich einige der Datenstichproben, die in dem verschobenen Set an Datenstichproben zu sein haben. Somit dupliziert (d.h. reflektiert) jeder räumliche Verschieber (z_k^{-1} und z_l^{-1}), der in diesem Dokument beschrieben wird und der ein ursprüngliches Set an Datenstichproben um eine Datenstichprobe in einer räumlichen Dimension nach unten verschiebt, die Datenstichproben des ursprünglichen Sets an Datenstichproben mit dem höchsten Index in der räumlichen Dimension und addiert diese Datenstichproben zu dem räumlich verschobenen Set an Datenstichproben als die Datenstichproben mit dem höchsten Index in der räumlichen Dimension. In ähnlicher Weise dupliziert (d.h. reflektiert) jeder räumliche Verschieber (z_k^{-1} und $z_{k,l,k,l+1}^{-1}$), der in diesem Dokument beschrieben wird und der ein ursprüngliches Set an Datenstichproben um eine Datenstichprobe in einer räumlichen Dimension nach oben verschiebt, die Datenstichproben des ursprünglichen Sets an Datenstichproben mit dem niedrigsten Index in der räumlichen Dimension und addiert diese Datenstichproben zu dem räumlich verschobenen Set an Datenstichproben als die Datenstichproben mit dem niedrigsten Index in der räumlichen Dimension.

[0045] Zurück zu der Diskussion des 2-D Entschachtelungs-Moduls **136** umfasst es entsprechende 2-D Entschachteler (z.B. Downsampler, Multiplexer oder Schalter) (2-D DInt), die die Sets an Eingangsdatenstichproben $\{c_{k+1,l}^{M-n}\}$, $\{c_{k+1,l+1}^{M-n}\}$, $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$ und $\{c_{2i,2j+1}^{M-n}\}$ sowohl in der vertikalen als auch horizontalen Dimension entschachteln (downsampeln, bündeln oder schalten), um die Subsets an Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+1,2j}^{M-n}\}$, $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n}\}$, $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$ und $\{c_{k,l}^{M-n}\}$ zu erzeugen. Die Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+1,2j}^{M-n}\}$ umfassen die Eingangsdatenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} die geradzahlige vertikale und horizontale Indizes $k = 2i$ und $l = 2j$ aufweisen. Die Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+1,2j}^{M-n}\}$ umfassen die Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} , die ungeradzahlige vertikale Indizes $k = 2i+1$ und geradzahlige horizontale Indizes $l = 2j$ aufweisen, so

dass jede Datenstichprobe $c_{2i,2j+1}^{M-n}$ räumlich der Datenstichprobe $c_{k,l}^{M-n}$ in den Eingangsdaten c^{M-n} um eine Datenstichprobe in der vertikalen Dimension benachbart ist. In ähnlicher Weise umfassen die Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i,2j+1}^{M-n}\}$ die Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} die geradzahlige vertikale Indizes $k = 2i$ und ungeradzahlige horizontale Indizes $l = 2j+1$ aufweisen, so dass jede Datenstichprobe $c_{2i+1,2j+1}^{M-n}$ räumlich der Datenstichprobe $c_{k,l}^{M-n}$ in den Eingangsdaten um eine Datenstichprobe in der horizontalen Dimension benachbart ist. Und schließlich umfassen die Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n}\}$ die Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} die ungeradzahlige vertikale und horizontale Indizes $k = 2i+1$ und $l = 2j+1$ aufweisen, so dass jede Datenstichprobe $c_{2i,2j}^{M-n}$ der Datenstichprobe $c_{2i+2,2j}^{M-n}$ in den Eingangsdaten sowohl in der vertikalen und horizontalen Dimension um eine Datenstichprobe räumlich benachbart ist.

[0046] Der Zerlegungsfilter umfasst auch ein 2-D räumliches Schiebemodul (2-D SS) **137**. Dieses räumliche Schiebemodul verschiebt das Subset an Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i,2j+2}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} räumlich in der vertikalen und horizontalen Dimension, um die räumlich verschobenen Subsets der Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+2,2j+2}^{M-n}\}$, $\{c_{2i}^{M-n}\}$ und $\{c_{2j}^{M-n}\}$ zu erzeugen. Um dies durchzuführen, umfasst das räumliche Schiebemodul vertikale und horizontale räumliche Verschieber (z^{-1} und z^{-1}), die das Subset an Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$ jeweils räumlich in der vertikalen und horizontalen Dimension um eine Datenstichprobe nach unten verschieben, um die räumlich verschobenen Subsets an Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+2,2j}^{M-n}\}$ und $\{c_{2i,2j+2}^{M-n}\}$ zu erzeugen. Zusätzlich umfasst der Zerlegungsfilter einen horizontalen räumlichen Verschieber (z^{-1}), der das Subset an Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+2,2j}^{M-n}\}$ in der horizontalen Dimension räumlich um eine Datenstichprobe nach unten verschiebt, um das Subset an Dateneingangsdatenstichproben $\{c_{2i+2,2j+2}^{M-n}\}$ zu erzeugen.

[0047] Die Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+2,2j}^{M-n}\}$ umfassen die Eingangsdatenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} , die geradzahlige vertikale und horizontale Indizes $k = 2i+2$ und $l = 2j$ aufweisen, so dass jede Datenstichprobe $c_{2i+2,2j}^{M-n}$ in der vertikalen Dimension der Datenstichprobe $c_{2i,2j}^{M-n}$ in den Eingangsdaten c^{M-n} um zwei Datenstichproben räumlich benachbart ist. In ähnlicher Weise umfassen die Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i,2j+2}^{M-n}\}$ die Eingangsdatenstichproben der Eingangsdaten, die geradzahlige vertikale und horizontale Indizes $k = 2i$ und $l = 2j+2$ aufweisen, so dass jede dieser Datenstichproben $c_{2i,2j+2}^{M-n}$ der Datenstichprobe $c_{2i,2j}^{M-n}$ in den Eingangsdaten in der horizontalen Dimension um zwei Datenstichproben räumlich benachbart ist. Und die Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+2,2j+2}^{M-n}\}$ umfassen die Eingangsdatenstichproben der Eingangsdaten, die geradzahlige vertikale und horizontale Indizes $k = 2i+2$ und $l = 2j+2$ aufweisen,

so dass jede dieser Datenstichproben $c_{2i+2,2j+2}^{M-n}$ sowohl in der vertikalen als auch horizontalen Dimension um zwei Datenstichproben der Datenstichprobe $c_{2i,2j}^{M-n}$ in den Eingangsdaten räumlich benachbart ist.

[0048] Der Zerlegungsfilter umfasst ferner ein 1-D räumliches Schiebemodul (1-D SS) **139**. Dieses räumliche Schiebemodul verschiebt das Subset an Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i,2j+1}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} räumlich in der vertikalen Dimension um eine Datenstichprobe nach unten, um das räumlich verschobene Subset an Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+2,2j+1}^{M-n}\}$ zu erzeugen. Dies wird durch einen vertikalen räumlichen Verschieber (z_k^{-1}) erreicht. Die Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+2,2j+1}^{M-n}\}$ umfassen die Eingangsdatenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten, die geradzahlige vertikale Indizes $k = 2i+2$ und ungeradzahlige horizontale Indizes $l = 2j+1$ aufweisen, so dass jede Datenstichprobe $c_{2i+2,2j+1}^{M-n}$ der Datenstichprobe $c_{2i,2j}^{M-n}$ in den Eingangsdaten c^{M-n} der vertikalen Dimension um zwei Datenstichproben und in der horizontalen Dimension um eine Datenstichprobe räumlich benachbart ist.

[0049] Der Zerlegungsfilter umfasst auch ein ähnliches 1-D räumliches Schiebemodul (1-D SS) **141**. Dieses räumliche Schiebemodul verschiebt das Subset an Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+1,2j}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} in der horizontalen Dimension räumlich um eine Datenstichprobe nach unten, um das räumlich verschobene Subset an Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+1,2j+2}^{M-n}\}$ zu erzeugen. Dies wird durch einen horizontalen räumlichen Verschieber (z_j^{-1}) erreicht. Die Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+1,2j+2}^{M-n}\}$ umfassen die Eingangsdatenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten, die ungeradzahlige vertikale Indizes $k = 2i+1$ und geradzahlige horizontale Indizes $l = 2j+2$ aufweisen, so dass jede Datenstichprobe $c_{2i+1,2j+2}^{M-n}$ der Datenstichprobe $c_{2i,2j}^{M-n}$ in den Eingangsdaten c^{M-n} in der vertikalen Dimension um eine Datenstichprobe und in der horizontalen Dimension um zwei Datenstichproben räumlich benachbart ist.

[0050] In dem Zerlegungsfilter **134-M-n** werden die Subsets an Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$, $\{c_{2i,2j+1}^{M-n}\}$, $\{c_{2i+1,2j}^{M-n}\}$, $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n}\}$, $\{c_{2i+2,2j}^{M-n}\}$, $\{c_{2i+2,2j+1}^{M-n}\}$, $\{c_{2i+2,2j+2}^{M-n}\}$ und $\{c_{2i+2,2j+1}^{M-n}\}$ sowohl in der vertikalen als auch in der horizontalen Dimension von dem 2-D Addier/Bit-schieber (A/BS) **146** verarbeitet. Dies erzeugt das Set von zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$ der HH Komponentendaten f^{M-n-1} der Eingangsdaten c^{M-n} , die die Eingangsdatenstichproben $\{c_{i,k}^{M-n-1}\}$ der zerlegten Daten y^{M-n-1} umfassen, die ungeradzahlige vertikale und horizontale Indizes $k = 2i+1$ und $l = 2j+1$ aufweisen.

[0051] Insbesondere erzeugt der Addier/Bitschieber **146** zerlegte Datenstichproben $c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}$ in den HH Komponentendaten f^{M-n-1} gemäß Gleichung 1:

$$c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1} = c_{2i+1,2j}^{M-n} - S^{-1}(c_{2i-1,2j+1}^{M-n} + c_{2i+1,2j}^{M-n} + c_{2i+2,2j+2}^{M-n}) + S^{-2}(c_{2i,2j}^{M-n} + c_{2i+2,2j}^{M-n} + c_{2i,2j+2}^{M-n} + c_{2i+2,2j+2}^{M-n})$$

wobei S^{-1} ein Verschieben jedes Bits um ein Bit bedeutet, um durch zwei zu dividieren, und S^{-2} ein Verschieben jedes Bits um zwei Bits bedeutet, um durch vier zu dividieren. Somit wird das Subset an Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} ausgewählt, um das Set zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n}\}$ der HH Komponentendaten zu entsprechen, so dass für jede Datenstichprobe $c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}$ der HH Komponentendaten eine entsprechende Datenstichprobe $c_{2i+1,2j+1}^{M-n}$ vorliegt. Und jede zerlegte Datenstichprobe in den HH Komponentendaten ist die gewichtete verschobene Summe (d.h. die bitverschobene Summe oder lineare Kombination) der entsprechenden Eingangsdatenstichproben in den Eingangsdaten und der Eingangsdatenstichproben $c_{2i,2j}^{M-n}$, $c_{2i,2j+1}^{M-n}$, $c_{2i+1,2j}^{M-n}$, $c_{2i+2,2j+2}^{M-n}$, $c_{2i+2,2j}^{M-n}$, $c_{2i,2j+2}^{M-n}$ und die vertikal und/oder horizontal der entsprechenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten benachbart sind. Der Addier/Bitschieber umfasst Addierer (Σ) und Bitschieber (S^{-1} und S^{-2}), die zusammen die gewichtete Summe allein unter Verwendung von Additions-(einschließlich Subtraktions-) und Bitschiebeoperationen berechnen.

[0052] Der Zerlegungsfiler **134-M-n** umfasst ein 2-D räumliches Schiebe-(d.h. vorwärts) Modul (2-D SS) **138**. Dieses räumliche Schiebemodul verschiebt (d.h. schiebt vor) das Set an zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n}\}$ der HH Komponentendaten f^{M-n-1} in der vertikalen und horizontalen Dimension, um die räumlich verschobenen Sets zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i-1,2j+1}^{M-n-1}\}$, $\{c_{2i+1,2j-1}^{M-n-1}\}$ und $\{c_{2i-1,2j-1}^{M-n-1}\}$ zu erzeugen. Um dies auszuführen umfasst das räumliche Schiebemodul vertikale und horizontale räumliche Verschieber (z_{2i+1}^1 und z_{2j+1}^1), die das Set zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$ in der vertikalen und horizontalen Dimension entsprechend räumlich um eine Datenstichprobe nach oben verschieben, um die räumlich verschobenen Sets an zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i-1,2j+1}^{M-n-1}\}$ und $\{c_{2i+1,2j-1}^{M-n-1}\}$ zu erzeugen. Und das räumliche Schiebemodul umfasst einen horizontalen räumlichen Verschieber (z_{2j+1}^1), der das Set zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i-1,2j+1}^{M-n-1}\}$ in der horizontalen Dimension räumlich um eine Datenstichprobe nach oben verschiebt, um das Set zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i-1,2j-1}^{M-n-1}\}$ zu erzeugen.

[0053] Das Set zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j-1}^{M-n-1}\}$ umfasst die Datenstichproben $\{c_{l,k}^{M-n}\}$ der zerlegten Daten y^{M-n-1} , die ungeradzahlig vertikale und horizontale Indizes $k = 2i+1$ und $l = 2j-1$ aufweisen. Und das Set zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i-1,2j+1}^{M-n-1}\}$ umfasst die Datenstichproben der zerlegten Daten, die ungeradzahlig vertikale und horizontale Indizes $k = 2i-1$ und $l = 2j+1$ aufweisen. Schließlich umfasst das Set zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i-1,2j-1}^{M-n-1}\}$ die Datenstichproben der zerlegten Daten, die ungeradzahlig ver-

tikale und horizontale Indizes $k = 2i-1$ und $l = 2j-1$ aufweisen. Folglich ist jede Datenstichprobe $c_{2i+1,2j-1}^{M-n-1}$, $c_{2i-1,2j+1}^{M-n-1}$ und $c_{2i-1,2j-1}^{M-n-1}$ der zerlegten Datenstichprobe $c_{2i,2j}^{M-n-1}$ in den zerlegten Daten sowohl in der vertikalen als auch in der horizontalen Dimension räumlich um eine Datenstichprobe benachbart.

[0054] Die Subsets der Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$, $\{c_{2i+1,2j}^{M-n}\}$ und $\{c_{2i+2,2j}^{M-n}\}$ und die Sets zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$ und $\{c_{2i+1,2j-1}^{M-n-1}\}$ der HH Komponentendaten f^{M-n-1} werden sowohl in der horizontalen als auch in der vertikalen Dimension von dem 2-D Addier/Bitschieber (A/BS) **147** des Zerlegungsfilters **134-M-n** verarbeitet. Dieser erzeugt das Set zerlegter Datenstichproben ($c_{2i+1,2j}^{M-n-1}$) der HL Komponentendaten e^{M-n-1} der Eingangsdaten c^{M-n} , die die Datenstichproben $\{c_{l,k+1,2j}^{M-n-1}\}$ der zerlegten Daten y^{M-n-1} umfassen, die ungeradzahlig vertikale Indizes $k = 2i+1$ und geradzahlig horizontale Indizes $l = 2j$ umfassen.

[0055] Der Addier/Bitschieber **147** erreicht dies, indem er jede zerlegte Datenstichprobe $c_{2i+1,2j}^{M-n-1}$ der HL Komponentendaten e^{M-n-1} gemäß Gleichung 2 erzeugt:
Gleichung 2

$$c_{2i+1,2j}^{M-n-1} = S^1 c_{2i,2j}^{M-n} - (c_{2i+2,2j}^{M-n} + c_{2i+1,2j-1}^{M-n} + S^{-1}(c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1} + c_{2i+1,2j}^{M-n-1}))$$

wobei S^{-1} eine Verschiebung jedes Bits um ein Bit bezeichnet, um mit 2 zu multiplizieren. In diesem Fall ist das Subset der Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+1,2j}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} ausgewählt, um dem Set an zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$ der HL Komponentendaten zu entsprechen, so dass in den Eingangsdaten für jede Datenstichprobe $c_{2i+1,2j}^{M-n-1}$ der HL Komponentendaten eine entsprechende Datenstichprobe $c_{2i+2,2j}^{M-n}$ vorliegt. Und jede zerlegte Datenstichprobe der HL Komponentendaten ist die gewichtete Summe der entsprechenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten, der Eingangsdatenstichproben $c_{2i,2j}^{M-n}$ und $c_{2i+1,2j-1}^{M-n}$, die der entsprechenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten vertikal benachbart sind, und der zerlegten Datenstichproben $c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}$ und $c_{2i+1,2j-1}^{M-n-1}$, die den Eingangsdatenstichproben $c_{2i+1,2j+1}^{M-n}$ und $c_{2i,2j}^{M-n}$ entsprechen, die der entsprechenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten horizontal benachbart sind. Der Addier/Bitschieber **164** umfasst Addierer (Σ) und Bitschieber (S^1 und S^{-1}) zum Berechnen dieser gewichteten Summe nur unter Verwendung von Additions- (einschließlich) und arithmetischen Bitschiebeoperationen.

[0056] In ähnlicher Weise werden die Subsets der Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i,2j+1}^{M-n}\}$, $\{c_{2i,2j+1}^{M-n}\}$ und die Sets zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i-1,2j+1}^{M-n-1}\}$ und $\{c_{2i,2j+1}^{M-n-1}\}$ der HH Komponentendaten f^{M-n-1} sowohl in der vertikalen als auch in der horizontalen Dimension von dem 2-D Addier/Bitschieber (A/BS) **148** des Zerlegungsfilters **134-N-n** verarbeitet. Dies

erzeugt das Set zerlegter Datenstichproben $\{c_{i,k}^{M-n-1}\}$ der LH Komponentendaten d^{M-n-1} der Eingangsdaten c^{M-n} , die die Datenstichproben $\{c_{2i,2j+1}^{M-n-1}\}$ der zerlegten Daten y^{M-n-1} umfassen, die geradzahlig vertikale Indizes $k = 2i$ und ungeradzahlig horizontale Indizes $l = 2j+1$ aufweisen.

[0057] Der Addier/Bitschieber **148** erreicht dies, indem er jede zerlegte Datenstichprobe $c_{2i,2j+1}^{M-n-1}$ der LH Komponentendaten d^{M-n-1} gemäß Gleichung 3 erzeugt:

$$c_{2i,2j+1}^{M-n-1} = S^1 c_{2i,2j}^{M-n} - (c_{2i+1,2j+2}^{M-n} + c_{2i-1,2j+1}^{M-n} + S^{-1}(c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1} + c_{2i,2j+1}^{M-n-1}))$$

[0058] Hier ist das Subset der Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i,2j+1}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} ausgewählt, um das Set zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i,2j+1}^{M-n-1}\}$ der LH Komponentendaten zu entsprechen, so dass in den Eingangsdaten für jede Datenstichprobe $c_{2i,2j+1}^{M-n-1}$ der LH Komponentendaten eine entsprechende Datenstichprobe $c_{2i,2j}^{M-n}$ vorliegt. Darüber hinaus ist jede zerlegte Datenstichprobe der LH Komponentendaten die gewichtete Summe der entsprechenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten, den Datenstichproben $c_{2i+1,2j+2}^{M-n}$ und $c_{2i-1,2j+1}^{M-n}$, die der entsprechenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten horizontal benachbart sind, und der zerlegten Datenstichproben $c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}$ und $c_{2i-1,2j+1}^{M-n-1}$, die den Eingangsdatenstichproben $c_{2i+1,2j+1}^{M-n}$ und $c_{2i-1,2j+1}^{M-n}$ entsprechen, die der entsprechenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten vertikal benachbart sind. Der Addier/Bitschieber **170** umfasst Addierer (Σ) und Bitschieber (S^1 und S^{-1}) zum Berechnen dieser gewichteten Summe nur unter Verwendung von Additionen (einschließlich) und arithmetischen Bitschiebeoperationen.

[0059] Der Zerlegungsfilter **134-M-n** umfasst ein 1-D räumliches Schiebemodul (1-D SS) **140**. Dieses räumliche Schiebemodul verschiebt das Set zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i-1,2j}^{M-n-1}\}$ der HL Komponentendaten e^{M-n-1} räumlich in der vertikalen Dimension um eine Datenstichprobe nach oben, um das räumlich verschobene Set an zerlegten Datenstichproben $\{c_i^{M-n}\}$ zu erzeugen.

[0060] Dies wird mit einem vertikalen räumlichen Verschieber ($z_{2i-1,2j}^1$) erreicht. Die zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i-1,2j}^{M-n-1}\}$ umfassen die Datenstichproben der zerlegten Daten y^{M-n-1} , die ungeradzahlig vertikale Indizes $k = 2i-1$ und geradzahlig horizontale Indizes $l = 2j$ aufweisen, so dass jede Datenstichprobe $c_{2i,2j}^{M-n-1}$ der Datenstichprobe $c_{2i,2j+1}^{M-n-1}$ der zerlegten Daten in der vertikalen Dimension um eine Datenstichprobe benachbart ist.

[0061] Der Zerlegungsfilter **134-M-n** umfasst noch

ein anderes 1-D räumliches Schiebemodul (1-D SS) **142**. Dieses räumliche Schiebemodul verschiebt das Set zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i,2j-1}^{M-n-1}\}$ der LH Komponentendaten d^{M-n-1} räumlich in der horizontalen Dimension um eine Datenstichprobe nach oben, um das räumlich verschobene Set zerlegter Datenstichproben $\{c_j^{M-n}\}$ zu erzeugen. Dies wird mit einem horizontal räumlichen Verschieber ($z_{2i,2j-1}^1$) erreicht. Die zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i,2j-1}^{M-n-1}\}$ umfassen die Datenstichproben der zerlegten Daten y^{M-n-1} die geradzahlig vertikale Indizes $k = 2i$ und ungeradzahlig horizontale Indizes $l = 2j-1$ aufweisen, so dass jede Datenstichprobe $c_{2i,2j}^{M-n-1}$ in der horizontalen Dimension der Datenstichprobe $c_{2i,2j}^{M-n-1}$ der zerlegten Daten um eine Datenstichprobe räumlich benachbart ist.

[0062] Das Subset der Eingangsstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n}\}$ und die Sets zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$, $\{c_{2i,2j+1}^{M-n-1}\}$, $\{c_{2i-1,2j+1}^{M-n-1}\}$, $\{c_{2i+1,2j-1}^{M-n-1}\}$, $\{c_{2i-1,2j-1}^{M-n-1}\}$, $\{c_{2i,2j}^{M-n-1}\}$ und $\{c_{2i,2j}^{M-n-1}\}$ der HH HL und LH Komponentendaten f^{M-n-1} , e^{M-n-1} und d^{M-n-1} werden sowohl in der horizontalen als auch in der vertikalen Dimension von dem 2-D Addier/Bitschieber (A/BS) **149** verarbeitet. Dies erzeugt das Set zerlegter Datenstichproben $\{c_{i,k}^{M-n-1}\}$ der LL Komponentendaten c^{M-n-1} der Eingangsdaten c^{M-n} , die die Datenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n-1}\}$ der zerlegten Daten y^{M-n-1} umfassen, die geradzahlig vertikale und horizontale Indizes $k = 2i$ und $l = 2j$ aufweisen.

[0063] Der Addier/Bitschieber **149** erzeugt jede zerlegte Datenstichprobe $c_{2i,2j}^{M-n-1}$ der LL Komponentendaten c^{M-n-1} gemäß Gleichung 4:

$$c_{2i,2j}^{M-n-1} = S^1 c_{2i-1,2j}^{M-n} + S^{-2}(c_{2i+1,2j}^{M-n-1} + c_{2i,2j-1}^{M-n-1} + c_{2i,2j+1}^{M-n-1} + c_{2i-1,2j-1}^{M-n-1}) - S^{-3}(c_{2i+1,2j-1}^{M-n-1} + c_{2i-1,2j+1}^{M-n-1} + c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1} + c_{2i,2j}^{M-n-1})$$

wobei S^{-3} eine Verschiebung jedes Bits um 3 Bits bedeutet, um durch 8 zu dividieren. Hier ist das Subset der Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} ausgewählt, um dem entsprechenden Set zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n-1}\}$ der LL Komponentendaten zu entsprechen, so dass in den Eingangsdaten für jede Datenstichprobe $c_{2i,2j}^{M-n-1}$ der LL Komponentendaten eine entsprechende Datenstichprobe $c_{2i-1,2j}^{M-n}$ vorhanden ist. Und jede zerlegte Datenstichprobe der LL Komponentendaten ist die gewichtete Summe der entsprechenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten und der zerlegten Datenstichproben $c_{2i+1,2j-1}^{M-n-1}$, $c_{2i-1,2j-1}^{M-n-1}$, $c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}$, $c_{2i-1,2j+1}^{M-n-1}$, $c_{2i+1,2j}^{M-n-1}$, $c_{2i-1,2j}^{M-n-1}$ und die den Eingangsdatenstichproben $c_{2i,2j-1}^{M-n}$, $c_{2i,2j+1}^{M-n}$, $c_{2i-1,2j-1}^{M-n}$, $c_{2i-1,2j+1}^{M-n}$, $c_{2i+1,2j-1}^{M-n}$, $c_{2i+1,2j+1}^{M-n}$, $c_{2i-1,2j-1}^{M-n}$ und $c_{k,l}^{M-n}$ entsprechen, die der entsprechenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten horizontal und/oder vertikal benachbart sind. Der Addier/Bitschieber **178** umfasst Addierer (Σ) und Bitschieber (S^1 , S^{-1} und S^{-3}) zum Berechnen dieser gewichteten Summe nur unter Verwendung von Additions- (einschließlich) und arithmetischen Bitschiebeo-

perationen.

[0064] Die Ausführungsform des Zerlegungsfilters **134-M-n** in [Fig. 5](#) kann sowohl zur Ausführung von wavelet-likes Transformationen verwendet werden, die in der horizontalen und vertikalen Dimension trennbar sind, als auch zur Ausführung von wavelet-likes Transformationen, die nicht auf diese Weise trennbar sind. Mit anderen Worten, er kann in wavelet-likes Transformationen verwendet werden, in denen das Set der Eingangsdatenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}$ der 2-D Eingangsdaten c^{M-n} in einer räumlichen Dimension verarbeitet wird und dann die resultierenden Datenstichproben in der anderen Dimension verarbeitet werden. Oder er kann in wavelet-likes Transformationen verwendet werden, die nur die Datenstichproben der 2-D Eingangsdaten simultan in beiden räumlichen Dimensionen verarbeiten können.

[0065] [Fig. 8a](#) und [Fig. 8b](#) zeigen eine Ausführungsform des Zerlegungsfilters **134-M-n** für jede Zerlegungsstufe n , der für wavelet-like Transformationen verwendet wird, die räumlich trennbar sind. Wie die Ausführungsform von [Fig. 5](#) zeigen die [Fig. 8a](#) und [Fig. 8b](#) die konzeptionelle Konfiguration und die effektive Wirkungsweise des Zerlegungsfilters und der Fachmann wird erkennen, dass zusätzlich zu der besonderen Konfiguration andere Konfigurationen verwendet werden können, um ihn zu implementieren.

[0066] Wie in der Ausführungsform von [Fig. 5](#) umfassen die entsprechenden 2-D Eingangsdaten c^{M-n} das Set von Datenstichproben $\{c_{2i+1,j}^{M-n}\}$, die dem Zerlegungsfilter **134-M-n** bereitgestellt werden.

[0067] Bei dieser Ausführungsform umfasst der Zerlegungsfilter eine vertikale (vertical-D) Filterstufe **150** zum Verarbeiten der Datenstichproben der Eingangsdaten in der vertikalen Dimension, um zwei Sets zwischenzerlegter Datenstichproben $\{x_{2i,l}^{M-n-1}\}$ und $\{x_{2i,2j}^{M-n-1}\}$ zwischenzerlegter 2-D Eingangsdaten x^{M-n-1} zu erzeugen. Die Sets zwischenzerlegter Datenstichproben werden dann in der horizontalen Dimension von der horizontalen (horizontal-D) Filterstufe **152** des Zerlegungsfilters verarbeitet, um die Sets zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i+1,j}^{M-n-1}\}$, $\{c_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$, $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$ und $\{c_{k,l}^{M-n-1}\}$ der LL, LH, HL und HH 2-D Komponentendaten c^{M-n-1} , d^{M-n-1} , e^{M-n-1} bzw. f^{M-n-1} , die die zerlegten 2-D Daten y^{M-n} bilden, zu erzeugen. Wie in der Ausführungsform von [Fig. 5](#) wird dies in Übereinstimmung mit den Gleichungen 1-4 erreicht.

[0068] Mit Bezug auf [Fig. 8a](#), [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) umfasst die vertical-D Filterstufe **150** ein vertikales Entschachtelungs-Modul (V-D DInt Modul) **155**. Das Entschachtelungs-Modul entschachtelt das Set an Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i,l}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} in der vertikalen Dimension, um die Subsets der Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+1,j}^{M-n}\}$ und $\{c_{k,l}^{M-n}\}$ des Sets

von Eingangsdatenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}$ zu erzeugen.

[0069] Um dies zu erreichen, umfasst das vertikale Entschachtelungs-Modul **154** einen vertikalen Entschachteler (V-D DInt). Der Entschachteler entschachtelt das Set von Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i,l}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} in der vertikalen Dimension. Dies erzeugt das Subset von Eingangsdatenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}$, die die Eingangsdatenstichproben $\{c_k^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} aufweisen, die ganzzahlige vertikale Indizes $k = 2i$ aufweisen.

[0070] Zusätzlich umfasst das vertikale Entschachtelungs-Modul **154** einen vertikalen räumlichen Verschieber ($z^{-1}_{k,l}$), der das Set an Eingangsdatenstichproben $\{c_{k+1,l}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} räumlich um eine Datenstichprobe in die vertikale Dimension nach unten verschiebt. Dies erzeugt das räumlich verschobene Set an Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+1,l}^{M-n-1}\}$, der von einem anderen vertikalen Entschachteler (V-D DInt) des Entschachtelungs-Moduls entschachtelt wird. Dies erzeugt das Subset der Eingangsdatenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}$, die Datenstichproben $\{c_{2i+1,l}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} umfassen, die ungeradzahlig vertikale Indizes $k = 2i+1$ umfassen, so dass jede Datenstichprobe $c_{2i,l}^{M-n}$, der Datenstichprobe $c_{2i,l}^{M-n}$ in den Eingangsdaten in der vertikalen Dimension um eine Datenstichprobe räumlich benachbart ist.

[0071] Die vertical-D Filterstufe **150** umfasst ein vertikales räumliches Schiebemodul (V-D SS) **155**. Das räumliche Schiebemodul verschiebt das Set von Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+2,l}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} räumlich in der vertikalen Dimension um eine Datenstichprobe nach unten, um das räumlich verschobene Subset von Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i}^{M-n-1}\}$ zu erzeugen. Um dies zu erreichen, umfasst es einen vertikalen räumlichen Verschieber (z^{-1}). Die Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+2,l}^{M-n}\}$ umfassen die Eingangsdatenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten, die geradzahlig vertikale Indizes $k = 2i+2$ umfassen, so dass jede Datenstichprobe $c_{2i,l}^{M-n-1}$ der Datenstichprobe $\{c_{2i,l}^{M-n}\}$ in den Eingangsdaten in der vertikalen Dimension um zwei Datenstichproben räumlich benachbart ist.

[0072] Der vertikale Addier/Bitschieber (A/BS) **156** der vertikalen Filterstufe **150** verarbeitet die Subsets der Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+1,l}^{M-n}\}$, $\{c_{2i+2,l}^{M-n}\}$ und $\{c_{2i,l}^{M-n}\}$ in der vertikalen Dimension. Als Antwort darauf erzeugt er das Set von zwischenzerlegten Datenstichproben $\{c_{2i+1,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenzerlegten Daten x^{M-n-1} , die die zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{k,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenzerlegten Daten umfassen, die ungeradzahlig vertikale Indizes $k = 2i+1$ aufweisen. So durchgeführt erzeugt der Addier/Bitschieber jede zwischenzerlegte Datenstichprobe $x_{2i+1,l}^{M-n-1}$ gemäß Gleichung 5:

Gleichung 5

$$x_{2i+1,l}^{M-n-1} = c_{2i+1,l}^{M-n} - S^{-1}(c_{2i,l}^{M-n} + c_{2i+2,l}^{M-n})$$

[0073] Das Subset der Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i+1,l}^{M-n}\}$ ist ausgewählt, um dem Set der zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}$ zu entsprechen, so dass für jede zwischenzerlegte Datenstichprobe $x_{2i+1,l}^{M-n-1}$ eine Eingangsdatenstichprobe $c_{2i+1,l}^{M-n}$ vorhanden ist. Und jede zwischenzerlegte Datenstichprobe $x_{2i+1,l}^{M-n-1}$ ist in der vertikalen Dimension der Datenstichprobe $x_{2i,l}^{M-n-1}$ in den zwischenzerlegten Daten um eine Datenstichprobe räumlich benachbart. Darüber hinaus ist jede zwischenzerlegte Datenstichprobe die gewichtete Summe der entsprechenden Eingangsstichprobe $c_{2i+1,l}^{M-n}$ in den Eingangsdaten c^{M-n} und der Eingangsdatenstichproben $c_{2i,l}^{M-n}$ und $c_{2i+2,l}^{M-n}$, die der entsprechenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten vertikal benachbart sind. Der Addier/Bitschieber umfasst Addierer (Σ) und einen Bitschieber (S^{-1}), die zusammen diese gewichtete Summe allein unter Verwendung von Additions- (einschließlich) und arithmetischen Bitschiebeoperationen berechnen.

[0074] Bei dieser Ausführungsform umfasst die vertikale Filterstufe **150** ein vertikales räumliches Schiebemodul (V-D SS) **158**. Das räumliche Schiebemodul verschiebt das Set von zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenzerlegten Daten x^{M-n-1} räumlich in der vertikalen Dimension um eine Datenstichprobe nach oben, um das räumlich verschobene Set an zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i-1,l}^{M-n-1}\}$ zu erzeugen. Dies wird mit einem vertikalen räumlichen Verschieber (z_1^1) erreicht. Die zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i-1,l}^{M-n-1}\}$ umfassen die zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{k,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenzerlegten Daten, die ungeradzahlig vertikale Indizes $k = 2i-1$ aufweisen, so dass in der vertikalen Dimension jede Datenstichprobe $c_{2i-1,l}^{M-n-1}$ der Datenstichprobe $x_{2i,l}^{M-n-1}$ in den zwischenzerlegten Daten um eine Datenstichprobe räumlich benachbart ist.

[0075] Der vertikale Addier/Bitschieber (A/BS) **160** der vertikalen Filterstufe **180** verarbeitet das Subset an Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i,l}^{M-n}\}$ und die Sets zwischenzerlegter Datenstichproben $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}$ und $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}$ in der vertikalen Dimension. Als Antwort darauf erzeugt er das andere Set an zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenzerlegten Daten x^{M-n-1} , die die zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{k,l}^{M-n-1}\}$ umfassen, die geradzahlig vertikale Indizes $k = 2i$ aufweisen. Er erreicht dies, indem er jede der zwischenzerlegten Datenstichprobe $x_{2i,l}^{M-n-1}$ gemäß Gleichung 6 erzeugt:

$$x_{2i,l}^{M-n-1} = c_{2i,l}^{M-n} + S^{-2}(x_{2i+1,l}^{M-n-1} + c_{2i-1,l}^{M-n-1})$$

[0076] Das Subset von Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i,l}^{M-n}\}$ ist ausgewählt, um dem Set zwischenzerlegter Datenstichproben $\{x_{2i,l}^{M-n-1}\}$ zu entsprechen, so dass es für jede zwischenzerlegte Datenstichprobe $x_{2i,l}^{M-n-1}$ eine

Eingangsdatenstichprobe $c_{2i,l}^{M-n}$ gibt. Jede zwischenzerlegte Datenstichprobe $x_{2i,l}^{M-n-1}$ ist somit die gewichtete Summe der entsprechenden Eingangsdatenstichprobe $c_{2i,l}^{M-n}$ in den Eingangsdaten c^{M-n} und der zwischenzerlegten Datenstichproben $x_{2i+1,l}^{M-n-1}$ und $x_{2i-1,l}^{M-n-1}$, die den Eingangsdatenstichproben $c_{2i+1,l}^{M-n}$ und $c_{2i-1,l}^{M-n}$ entsprechen, die der entsprechenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten vertikal benachbart sind. Der Addier/Bitschieber umfasst Addierer (Σ) und einen Bitschieber (S^{-2}), die zusammen diese gewichtete Summe allein unter Verwendung von Additions- (einschließlich) und arithmetischen Bitschiebeoperationen berechnen.

[0077] Mit Bezug auf [Fig. 8b](#), [Fig. 6](#), [Fig. 7](#), [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) umfasst die horizontale Filterstufe **152** ein horizontales Entschachtelungs-Modul (H-D DInt Modul) **162**. Das Entschachtelungs-Modul entschachtelt das Set von zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenzerlegten Daten x^{M-n-1} in der horizontalen Dimension, um die Subsets an zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i,2j+1}^{M-n-1}\}$ und $\{x_{2i,2j}^{M-n-1}\}$ des Sets von zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i,l}^{M-n-1}\}$ zu erzeugen.

[0078] Um dies auszuführen, umfasst das horizontale Entschachtelungs-Modul **162** einen horizontalen Entschachteler (H-D DInt). Der Entschachteler entschachtelt das Set an zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenzerlegten Daten x^{M-n-1} in der horizontalen Dimension.

[0079] Dies erzeugt das Subset an zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i,2j}^{M-n-1}\}$, die die zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{k,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenzerlegten Daten umfassen, die geradzahlig vertikale und horizontale Indizes $k = 2i$ und $l = 2j$ aufweisen.

[0080] Das horizontale Entschachtelungs-Modul **162** umfasst einen horizontalen räumlichen Verschieber (n), der das Set an zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenzerlegten Daten x^{M-n-1} räumlich um eine Datenstichprobe in der horizontalen Dimension nach unten verschiebt. Dies erzeugt das räumlich verschobene Set an zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i,l+1}^{M-n-1}\}$, der in der horizontalen Dimension von einem horizontalen Entschachteler (H-D DInt) des Entschachtelungsmoduls entschachtelt wird. Dies erzeugt das Subset zwischenzerlegter Datenstichproben $\{x_{2i,2j+1}^{M-n-1}\}$, die die zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{k,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenzerlegten Daten umfassen, die geradzahlig vertikale Indizes $k = 2i$ und ungeradzahlig horizontale Indizes $l = 2j+1$ aufweisen, so dass jede Datenstichprobe $x_{2i,2j+1}^{M-n-1}$ der Datenstichprobe $x_{2i,2j}^{M-n-1}$ in den zwischenzerlegten Daten in der horizontalen Dimension um eine Datenstichprobe räumlich benachbart ist.

[0081] Die horizontale Filterstufe **152** umfasst auch

ein horizontales räumliches Schiebemodul (H-D SS) **163**. Das räumliche Schiebemodul verschiebt das Subset der zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i,2j}^{M-n-1}\}$ der zwischenzerlegten Daten x^{M-n-1} räumlich in der horizontalen Dimension um eine Datenstichprobe nach unten, um das räumlich verschobene Subset an zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i,2j+2}^{M-n-1}\}$ zu erzeugen. Dies wird mit dem horizontalen räumlichen Verschieber (z_j^{-1}) erreicht. Die zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i,2j+2}^{M-n-1}\}$ umfassen die zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{k,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenzerlegten Daten, die geradzahlig vertikale und horizontale Indizes $k = 2i$ und $l = 2j+2$ aufweisen, so dass jede Datenstichprobe $x_{2i,2j+2}^{M-n-1}$ in der horizontalen Dimension der Datenstichprobe $x_{2i,2j}^{M-n-1}$ in den zwischenzerlegten Daten um zwei Datenstichproben räumlich benachbart ist.

[0082] Der horizontale Addier/Bitschieber (A/BS) **164** der horizontalen Filterstufe **152** verarbeitet die Subsets der zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i,2j}^{M-n-1}\}$, $\{x_{2i,2j+2}^{M-n-1}\}$ und $\{x_{2i,2j+1}^{M-n-1}\}$ in der horizontalen Dimension. Indem er dies durchführt, erzeugt er das vorher diskutierte Set an zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i,2j+1}^{M-n-1}\}$ der LH Komponentendaten d^{M-n-1} der Eingangsdaten C^{M-n} .

[0083] Der Addier/Bitschieber macht dies durch Erzeugen jeder zerlegten Datenstichprobe $c_{2i,2j+1}^{M-n-1}$ gemäß Gleichung 7:
Gleichung 7

$$c_{2i,2j+1}^{M-n-1} = S^1[x_{2i,2j+2}^{M-n-1} - S^{-1}(x_{2i,2j+2}^{M-n-1} + x_{2i,2j}^{M-n-1})]$$

wobei Gleichung 7 im Hinblick auf Gleichung 6 äquivalent zu Gleichung 3 ist. In diesem Fall ist jede zerlegte Datenstichprobe $c_{2i,2j+1}^{M-n-1}$ in den LH Komponentendaten die gewichtete Summe der entsprechenden zwischenzerlegten Datenstichprobe $x_{2i,2j+1}^{M-n-1}$ in den zwischenzerlegten Daten x^{M-n-1} und der zwischenzerlegten Datenstichproben $x_{2i,2j+2}^{M-n-1}$ und $x_{2i,2j}^{M-n-1}$, die der entsprechenden zwischenzerlegten Datenstichprobe in den zwischenzerlegten Daten horizontal benachbart sind. Der Addier/Bitschieber umfasst Addierer (Σ) und Bitschieber (S^{-1} und S^1), die zusammen diese gewichtete Summe allein unter Verwendung von Additions- (einschließlich) und arithmetischen Bitschiebeoperationen berechnen.

[0084] Die horizontale Filterstufe **152** umfasst ein anderes horizontales räumliches Schiebemodul (H-D SS) **166**. Das räumliche Schiebemodul verschiebt das Set an zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i,2j+1}^{M-n-1}\}$ der LH Komponentendaten d^{M-n-1} räumlich in der horizontalen Dimension um eine Datenstichprobe nach oben, um das räumlich verschobene Set an zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i,2j-1}^{M-n-1}\}$ zu erzeugen. Um dies zu erzeugen, umfasst das räumliche Schiebemodul einen horizontalen räumlichen Verschieber (z_j^1).

[0085] Der horizontale Addier/Bitschieber (A/BS) **168** der horizontalen Filterstufe **152** verarbeitet das Subset zwischenzerlegter Datenstichproben $\{x_{2i,2j}^{M-n-1}\}$ und die Sets der zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i,2j+1}^{M-n-1}\}$ und $\{c_{2i,2j-1}^{M-n-1}\}$ der LH Komponentendaten d^{M-n-1} der Eingangsdaten c^{M-1} .

[0086] Als Antwort darauf erzeugt er das zuvor diskutierte Set der zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n-1}\}$ der LL Komponentendaten c^{M-n-1} der Eingangsdaten c^{M-n} . Der Addier/Bitschieber erreicht dies, indem er jede zerlegte Datenstichprobe $c_{2i,2j}^{M-n-1}$ gemäß Gleichung 8 erzeugt:
Gleichung 8

$$c_{2i,2j}^{M-n-1} = S^1[x_{2i,2j}^{M-n-1} + S^{-1}(c_{2i,2j+1}^{M-n-1} + c_{2i,2j-1}^{M-n-1})]$$

wobei Gleichung 8 im Hinblick auf Gleichung 6 äquivalent zu Gleichung 4 ist. Hier ist jede zerlegte Datenstichprobe $c_{2i,2j}^{M-n-1}$ in den LL Komponentendaten die gewichtete Summe der entsprechenden zwischenzerlegten Datenstichprobe $x_{2i,2j}^{M-n-1}$ in den zwischenzerlegten Daten x^{M-n-1} und der zerlegten Datenstichproben $c_{2i,2j+1}^{M-n-1}$ und $c_{2i,2j-1}^{M-n-1}$ die den zwischenzerlegten Datenstichproben $x_{2i,2j+1}^{M-n-1}$ und $x_{2i,2j-1}^{M-n-1}$ entsprechen, die horizontal der entsprechenden zwischenzerlegten Datenstichprobe in den zwischenzerlegten Daten benachbart sind. Der Addier/Bitschieber umfasst Addierer (Σ) und Bitschieber (S^{-3} und S^1), die zusammen diese gewichtete Summe allein unter Verwendung von Additions- (einschließlich) und arithmetischen Bitschiebeoperationen berechnen.

[0087] Die horizontale Filterstufe **152** umfasst ferner ein horizontales Entschachtelungs-Modul (H-D DInt Modul) **170**. Das Entschachtelungs-Modul entschachtelt das Set von zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenzerlegten Daten x^{M-n-1} in der horizontalen Dimension, um die Subsets der zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$ und $\{x_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$ des Sets an zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}$ zu erzeugen.

[0088] Insbesondere umfasst das horizontale Entschachtelungs-Modul **170** einen horizontalen Entschachteler (H-D DInt). Der Entschachteler entschachtelt das Set von Zwischendatenstichproben $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenzerlegten Daten x^{M-n-1} in der horizontalen Dimension. Dies erzeugt das Set an Zwischendatenstichproben $\{x_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$, die die zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{k,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenzerlegten Daten umfassen, die ungeradzahlig vertikale Indizes $k = 2i+1$ und geradzahlig horizontale Indizes $l = 2j$ umfassen, so dass jede Datenstichprobe $x_{2i+1,2j}^{M-n-1}$ der Datenstichprobe $x_{2i,2j}^{M-n-1}$ in den zwischenzerlegten Daten in der vertikalen Dimension um eine Datenstichprobe räumlich benachbart ist.

[0089] Das horizontale Entschachtelungs-Modul **170** umfasst einen horizontalen räumlichen Verschie-

ber (z_j^{-1}) , der das Set an Zwischendatenstichproben $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenzerlegten Daten x^{M-n-1} räumlich in horizontaler Dimension um eine Datenstichprobe nach unten verschiebt. Dies erzeugt das räumlich verschobene Set an Zwischendatenstichproben $\{x_{2i+1,l+1}^{M-n-1}\}$, das in der horizontalen Dimension von einem horizontalen Entschachteler (H-D DInt) des Entschachtelungs-Moduls entschachtelt wird. Dies erzeugt das Subset an Zwischendatenstichproben $\{x_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$, die die zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{k,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenzerlegten Daten umfassen, die ungeradzahlige vertikale und horizontale Indizes $k = 2i+1$ und $l = 2j+1$ aufweisen, so dass jede Datenstichprobe $x_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}$ der Datenstichprobe $x_{2i,2j}^{M-n-1}$ in den zwischenzerlegten Daten in der vertikalen Dimension und in der horizontalen Dimension um eine Datenstichprobe räumlich benachbart ist.

[0090] Die horizontale Filterstufe **152** umfasst ferner ein anderes horizontales räumliches Schiebemodul (H-D SS) **171**. Dieses räumliche Schiebemodul verschiebt das Subset an zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$ der zwischenzerlegten Daten x^{M-n-1} räumlich in der horizontalen Dimension um eine Datenstichprobe nach unten, um das räumlich verschobene Subset an zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i+1,2j+2}^{M-n-1}\}$ zu erzeugen. Um dies auszuführen, umfasst das räumliche Schiebemodul einen horizontalen räumlichen Verschieber (z_j^{-1}) . Die zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i+1,2j+2}^{M-n-1}\}$ umfassen die zwischenzerlegten Datenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenzerlegten Daten, die ungeradzahlige vertikale Indizes $k = 2i+1$ und geradzahlige horizontale Indizes $l = 2j+2$ aufweisen, so dass jede Datenstichprobe $x_{2i+1,2j+2}^{M-n-1}$ der Datenstichprobe $x_{2i,2j}^{M-n-1}$ in den zwischenzerlegten Daten in der vertikalen Dimension um eine Datenstichprobe und in der horizontalen Dimension um zwei Datenstichproben räumlich benachbart ist.

[0091] Der horizontale Addier/Bitschieber (A/BS) **172** der horizontalen Filterstufe **152** verarbeitet die Subsets an zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$, $\{x_{2i+1,2j+2}^{M-n-1}\}$ und $\{x_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$ in der horizontalen Dimension. Indem er dies ausführt, erzeugt er das zuvor diskutierte Set an zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$ der HH Komponentendaten f^{M-n-1} der Eingangsdaten c^{M-n-1} .

[0092] Der Addier/Bitschieber erreicht dies durch Erzeugen jeder zerlegten Datenstichprobe $c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}$ gemäß Gleichung 9:
Gleichung 9

$$c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1} = x_{2i+1,2j+1}^{M-n-1} - S^{-1}(x_{2i+1,2j+2}^{M-n-1} + x_{2i+1,2j}^{M-n-1})$$

wobei im Hinblick auf Gleichung 5 Gleichung 9 äquivalent der Gleichung 1 ist. Somit ist jede zerlegte Datenstichprobe $c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}$ in den HH Komponentendaten die gewichtete Summe der entsprechenden zwischenzerlegten Datenstichprobe $x_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}$ in den zw-

schenerlegten Daten x^{M-n-1} und der zerlegten Datenstichproben $x_{2i+1,2j+2}^{M-n-1}$ und $x_{2i+1,2j}^{M-n-1}$, die horizontal der entsprechenden zwischenzerlegten Datenstichprobe in den zwischenzerlegten Daten benachbart sind. Der Addier/Bitschieber umfasst Addierer (Σ) und einen Bitschieber (S^{-1}), die zusammen diese gewichtete Summe nur unter Verwendung von Additions- (einschließlich) und arithmetischen Bitschiebeoperationen berechnen.

[0093] Die horizontale Filterstufe **152** umfasst ein anderes horizontales räumliches Schiebemodul (H-D SS) **174**. Das räumliche Schiebemodul verschiebt das Set von zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$ der HH Komponentendaten f^{M-n-1} räumlich um eine Datenstichprobe in der horizontalen Dimension nach oben, um das räumlich verschobene Set von zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$ zu erzeugen. Um dies auszuführen, umfasst das räumliche Schiebemodul einen horizontalen räumlichen Verschieber (z_j^1) .

[0094] Der horizontale Addier/Bitschieber (A/BS) **176** der horizontalen Filterstufe **152** verarbeitet das Subset an zwischenzerlegten Datenstichproben $\{x_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$ und die Sets von zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$ und $\{c_{2i+1,2j-1}^{M-n-1}\}$ der HH Komponentendaten f^{M-n-1} der Eingangsdaten c^{M-n} . Als Antwort darauf produziert er das zuvor diskutierte Set zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$ der LH Komponentendaten e^{M-n-1} der Eingangsdaten c^{M-n} . Der Addier/Bitschieber erreicht dies, indem er jede zerlegte Datenstichprobe $c_{2i+1,2j}^{M-n-1}$ gemäß Gleichung 10 erzeugt:
Gleichung 10

$$c_{2i+1,2j}^{M-n-1} = S^1[x_{2i+1,2j}^{M-n-1} + S^{-2}(c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1} + c_{2i+1,2j-1}^{M-n-1})]$$

wobei im Hinblick auf Gleichung 5 Gleichung 10 äquivalent zu Gleichung 2 ist. Hier ist jede zerlegte Datenstichprobe $c_{2i+1,2j}^{M-n-1}$ in den LH Komponentendaten die gewichtete Summe der entsprechenden zwischenzerlegten Datenstichprobe $x_{2i+1,2j}^{M-n-1}$ in den zwischenzerlegten Daten x^{M-n-1} und der zerlegten Datenstichproben $c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}$ und $c_{2i+1,2j-1}^{M-n-1}$ die den zwischenzerlegten Datenstichproben $x_{2i+1,2j+1}^{M-n}$ und $x_{2i+1,2j-1}^{M-n}$ entsprechen, die der entsprechenden zwischenzerlegten Datenstichprobe in den zwischenzerlegten Daten horizontal benachbart sind. Der Addier/Bitschieber umfasst Addierer (Σ) und Bitschieber (S^{-2} und S^1), die zusammen diese gewichtete Summe nur unter Verwendung von Additions- (einschließlich) und arithmetischer Bitschiebeoperationen berechnen.

2-D inverse wavelet-like Transformation

[0095] Mit Bezug zurück auf [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) verwendet der wavelet-like Transformationsgenerator **122** somit N Zerlegungsfilter **134-M** bis **133-M-N+1** des gerade beschriebenen Typs, um die 2-D Originaldaten c^M unter Verwendung von N Zerlegungen über N Auflösungsstufen zu zerlegen. Die resultierenden

HH, HL und LH 2-D Komponentendaten $\{f^{M-1}, e^{M-1}, d^{M-1}, \dots, f^{M-n}, e^{M-n}, d^{M-n}, f^{M-n-1}, d^{M-n-1}, f^{M-N}, e^{M-N}, d^{M-N}\}$ und LL 2-D Komponentendaten c^{M-N} der ursprünglichen Daten umfassen die vollständig zerlegten 2-D Daten z^{M-N} . Mit Bezug jetzt auf [Fig. 3](#) und [Fig. 11](#) kann in der Ausführungsform von [Fig. 11](#) der Invers-Wavelet-Transformationsgenerator **132** verwendet werden, um vollständig zerlegte Daten z^{M-N} des gerade beschriebenen Typs zu rekonstruieren. In diesem Fall verwendet der Invers-Wavelet-Transformationsgenerator eine MRA 2-D inverse wavelet-like Transformation, die der zuvor beschriebenen wavelet-likes Transformation entspricht, um die ursprünglich zerlegten Daten über N-Auflösungsstufen $\{M-n\}$ zu rekonstruieren, wobei $n = N-1-r$ und $r = 0$ bis $N-1$ ist und die r -te Rekonstruktion an der Auflösungsstufe $M-n$ ist. Der inverse wavelet-like Transformationsgenerator hat einen entsprechenden Rekonstruktionsfilter **180-M-n** für jede Auflösungsstufe $M-n$, an der eine Rekonstruktion durchgeführt wird.

[0096] Bei jeder Auflösungsstufe $M-n$, bei der eine Rekonstruktion durchgeführt wird, rekonstruiert der entsprechende Rekonstruktionsfilter **180-M-n** der Stufe $M-n$ zerlegte 2-D Daten y^{M-n-1} , die LL, LH, HL und HH 2-D Komponentendaten c^{M-n-1} , d^{M-n-1} , e^{M-n-1} und f^{M-n-1} , umfassen, in rekonstruierte 2-D Daten c^{M-n} . Dies wird unter Verwendung der gerade erwähnten inversen wavelet-likes Transformation durchgeführt. Bei der ersten Auflösungsstufe $M-n+1$, an welcher dies durchgeführt wird, umfassen die LL, LH, HL und HH Komponentendaten c^{M-N} , d^{M-N} , e^{M-N} und f^{M-N} der vollständig zerlegten 2-D Daten z^{M-N} die zerlegten Daten y^{M-N} , die dem entsprechenden Rekonstruktionsfilter **180-M-N+1** der Stufe $M-N+1$ bereitgestellt werden. Jedoch umfassen für jede nachfolgende Auflösungsstufe $M-n$ die rekonstruierten Daten c^{M-n} aus der vorherigen Auflösungsstufe $M-n-1$ und die LH, HL und HH Komponentendaten d^{M-n} , e^{M-n} und f^{M-n} der vollständig zerlegten Daten die zerlegten Daten y^{M-n} , die dem entsprechenden Rekonstruktionsfilter **180-M-n** der Stufe $M-n$ bereitgestellt werden. Folglich werden die vollständig rekonstruierten 2-D Daten c^M von dem Rekonstruktionsfilter **180-M** bei der letzten Auflösungsstufe M erzeugt, bei welcher eine Rekonstruktion durchgeführt wird.

[0097] [Fig. 12](#) zeigt eine Ausführungsform des Rekonstruktionsfilters **180-M-n** für jede Rekonstruktionsstufe $M-n$, die der Ausführungsform des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 5](#) entspricht. Der Rekonstruktionsfilter **180-M-n** der [Fig. 12](#) führt die umgekehrte Operation zu der durch, die zuvor für den Zerlegungsfilter **134-M-n** der [Fig. 5](#) beschrieben wurde. Somit kann diese Ausführungsform des Rekonstruktionsfilters verwendet werden, um Invers-Wavelet-Transformationen durchzuführen, die den wavelet-likes Transformationen entsprechen, die dimensional trennbar sind, oder um inverse wavelet-like Transformationen durchzuführen, die den Wavelet

Transformationen entsprechen, die dimensional nicht trennbar sind.

[0098] Mit Bezug auf [Fig. 12](#), [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) umfasst der Rekonstruktionsfilter **180-M-n** 1-D räumliche Schiebemodule (1-D SS) **182** und **184** und ein 2-D räumliches Schiebemodul (2-D SS) **186**. Das räumliche Schiebemodul **182** verschiebt das Set an zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$ der HH Komponentendaten e^{M-n-1} der zerlegten Daten y^{M-n-1} räumlich um eine Datenstichprobe in der vertikalen Dimension nach oben, um das räumlich verschobene Set an zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j}^{M-n}\}$ zu erzeugen. In ähnlicher Weise verschiebt das räumliche Schiebemodul **184** das Set an zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i,2j+1}^{M-n-1}\}$ der LH Komponentendaten d^{M-n-1} in den zerlegten Daten räumlich in der horizontalen Dimension um eine Datenstichprobe nach oben, um das räumlich verschobene Set an zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i,2j+1}^{M-n}\}$ zu erzeugen. Und schließlich verschiebt das räumliche Schiebemodul **186** das Set von zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$ der HH Komponentendaten f^{M-n-1} in den zerlegten Daten räumlich in der vertikalen Dimension, in der horizontalen Dimension und sowohl in der vertikalen als auch horizontalen Dimension um eine Datenstichprobe nach oben, um die räumlich verschobenen Sets zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$, $\{c_{2i+1,2j-1}^{M-n}\}$ und $\{c_{2i-1,2j-1}^{M-n}\}$ zu erzeugen. Diese räumlichen Schiebemodule sind in der gleichen Weise wie die entsprechenden räumlichen Schiebemodule **140**, **142** und **138** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 5](#) ausgelegt und erzeugen die Sets der Datenstichproben in der gleichen Weise wie die entsprechenden räumlichen Schiebemodule **140**, **142** und **138** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 5](#).

[0099] Die Set zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$, $\{c_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$, $\{c_{2i,2j+1}^{M-n-1}\} + \{c_{2i-1,2j+1}^{M-n-1}\}$, $\{c_{2i+1,2j-1}^{M-n-1}\}$, $\{c_{2i-1,2j-1}^{M-n-1}\}$, $\{c_{2i-1,2j}^{M-n-1}\}$, $\{c_{2i,2j-1}^{M-n-1}\}$ und $\{c_{2i,2j}^{M-n-1}\}$ der HH, HL, der LH und LL Komponentendaten f^{M-n-1} , e^{M-n-1} , d^{M-n-1} , c^{M-n-1} der zerlegten Daten y^{M-n-1} werden sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Dimension von dem 2-D Addier/Bitschieber (A/BS) **188** verarbeitet. Dies erzeugt das Subset an rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$ der rekonstruierten Daten c^{M-n} in Übereinstimmung mit Gleichung 4 (wenn sie neu angeordnet ist, um sie für die Datenstichprobe $c_{2i,2j}^{M-n}$ zu lösen). Dies ist die Umkehroperation zu der, die von dem entsprechenden 2-D Addier/Bitschieber (A/BS) **149** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 5](#) durchgeführt wird. Somit ist jede rekonstruierte Datenstichprobe $c_{2i,2j}^{M-n}$ die gewichtete Summe der entsprechenden zerlegten Datenstichprobe $c_{2i,2j}^{M-n-1}$ in den zerlegten Daten und der zerlegten Datenstichproben $c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}$, $c_{2i+1,2j}^{M-n-1}$, $c_{2i,2j+1}^{M-n-1}$, $c_{2i-1,2j+1}^{M-n-1}$, $c_{2i+1,2j-1}^{M-n-1}$, $c_{2i-1,2j-1}^{M-n-1}$, $c_{2i-1,2j}^{M-n-1}$ und $c_{2i,2j-1}^{M-n-1}$, die den rekonstruierten Datenstichproben $c_{2i+1,2j+1}^{M-n}$, $c_{2i+1,2j}^{M-n}$, $c_{2i,2j+1}^{M-n}$, $c_{2i-1,2j+1}^{M-n}$, $c_{2i+1,2j-1}^{M-n}$, $c_{2i-1,2j-1}^{M-n}$, $c_{2i-1,2j}^{M-n}$ und $c_{2i,2j-1}^{M-n}$ entsprechen, die der rekonstruierten Datenstichprobe in den rekonstruierten Daten vertikal und/oder horizontal benach-

bart sind. Der Addier/Bitschieber **178** umfasst Addierer (Σ) und Bitschieber (S^{-1} , S^{-2} und S^{-3}) zum Berechnen dieser gewichteten Summe nur unter Verwendung von Additions- (einschließlich) und arithmetischer Bitschiebeoperationen.

[0100] Der Rekonstruktionsfilter **180-M-n** umfasst auch ein 2-D räumliches Schiebemodul (2-D SS) **189**. Das räumliche Schiebemodul verschiebt das Subset rekonstruierter Datenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n-1}\}$ der rekonstruierten Daten c^{M-n} räumlich in der vertikalen Dimension, in der horizontalen Dimension und sowohl in der vertikalen und horizontalen Dimension um eine Datenstichprobe, um die räumlich verschobenen Subsets der rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{2i+2,2j}^{M-n}\}$, $\{c_{2i,2j+2}^{M-n}\}$ und $\{c_{2i+2,2j+2}^{M-n}\}$ zu erzeugen. Das räumliche Schiebemodul ist in der gleichen Art und Weise konfiguriert wie das entsprechende räumliche Schiebemodul **137** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 5](#) und erzeugt diese Sets an Datenstichproben in der gleichen Weise wie das entsprechende räumliche Schiebemodul **137** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 5](#).

[0101] Die Subsets der rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$ und $\{c_{2i,2j+1}^{M-n}\}$ der rekonstruierten Daten c^{M-n} und die Sets an zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$, $\{c_{2i-1,2j+1}^{M-n-1}\}$ und $\{c_{2i,2j+1}^{M-n-1}\}$ der HH und LH Komponentendaten f^{M-n-1} und d^{M-n-1} der zerlegten Daten y^{M-n-1} werden sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Dimension von dem 2-D Addier/Bitschieber **190** des Zerlegungsfilters **180-M-n** verarbeitet. Dies erzeugt das Subset rekonstruierter Datenstichproben $\{c_{2i,2j+1}^{M-n}\}$ der rekonstruierten Daten und wird in Übereinstimmung mit Gleichung 3 durchgeführt (wenn sie neu angeordnet wird, um sie für die Datenstichproben $c_{2i,2j}^{M-n}$ zu lösen). Dies ist die Umkehroperation zu der, die von dem entsprechenden 2-D Addier/Bitschieber (A/BS) **148** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 5](#) durchgeführt wird. Folglich ist jede rekonstruierte Datenstichprobe $c_{2i,2j+1}^{M-n}$ die gewichtete Summe der entsprechenden zerlegten Datenstichprobe $c_{2i,2j+1}^{M-n-1}$ in den LH Komponentendaten d^{M-n-1} , der rekonstruierten Datenstichproben $c_{2i,2j}^{M-n}$ und $c_{2i,2j+1}^{M-n}$, die horizontal der rekonstruierten Datenstichprobe in der rekonstruierten Daten benachbart sind, und der zerlegten Datenstichproben $c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}$ und $c_{2i-1,2j+1}^{M-n-1}$, die den rekonstruierten Datenstichproben $c_{2i+1,2j+1}^{M-n}$ und $c_{2i-1,2j+1}^{M-n}$ entsprechen, die der rekonstruierten Datenstichprobe in den rekonstruierten Daten vertikal benachbart sind. Der Addier/Bitschieber **190** umfasst Addierer (Σ) und Bitschieber (S^{-1}) zum Berechnen dieser gewichteten Summe allein unter Verwendung von Additions- (einschließlich) und arithmetischer Bitschiebeoperationen.

[0102] Darüber hinaus werden die Subsets der rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$ und $\{c_{2i+2,2j}^{M-n}\}$ der rekonstruierten Daten c^{M-n} und die Sets an zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$, $\{c_{2i-1,2j+1}^{M-n-1}\}$ und $\{c_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$ der

HH und HL Komponentendaten f^{M-n-1} und e^{M-n-1} der zerlegten Daten y^{M-n-1} sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Dimension von dem 2-D Addier/Bitschieber **192** des Rekonstruktionsfilters **180-M-n** verarbeitet. Dies erzeugt das Subset an rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j}^{M-n}\}$ der rekonstruierten Daten und wird in Übereinstimmung mit Gleichung 2 durchgeführt (wenn sie neu angeordnet wird, um sie für die Datenstichprobe $c_{2i+1,2j}^{M-n}$ zu lösen). Dies ist die Umkehroperation zu der, die von dem entsprechenden 2-D Addier/Bitschieber (A/BS) **147** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 5](#) durchgeführt wird. Folglich ist jede rekonstruierte Datenstichprobe $c_{2i+1,2j}^{M-n}$ die gewichtete Summe der entsprechenden zerlegten Datenstichprobe $c_{2i+1,2j}^{M-n-1}$ in den HL Komponentendaten e^{M-n-1} , der rekonstruierten Datenstichproben $c_{2i,2j}^{M-n}$ und $c_{2i+2,2j}^{M-n}$, die horizontal der rekonstruierten Datenstichprobe in den rekonstruierten Daten benachbart sind, und der zerlegten Datenstichproben $c_{2i+1,2j-1}^{M-n-1}$ und $c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}$, die den rekonstruierten Datenstichproben $c_{2i+1,2j-1}^{M-n}$ und $c_{2i+1,2j+1}^{M-n}$ entsprechen, die vertikal der rekonstruierten Datenstichprobe in den rekonstruierten Daten benachbart sind. Der Addier/Bitschieber **192** umfasst Addierer (Σ) und Bitschieber (S^{-1}) zum Berechnen dieser gewichteten Summe allein unter Verwendung von Additions- (einschließlich) und arithmetischen Bitschiebeoperationen.

[0103] Zusätzlich umfasst der Rekonstruktionsfilter **180-M-n** 1-D räumliche Schiebemodule (1-D SS) **194** und **196**. Das räumliche Schiebemodul **196** verschiebt das Set an rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j}^{M-n}\}$ der rekonstruierten Daten c^{M-n} räumlich um eine Datenstichprobe in der horizontalen Dimension nach unten, um das räumlich verschobene Subset rekonstruierter Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+2}^{M-n}\}$ zu erzeugen. In ähnlicher Weise verschiebt das räumliche Schiebemodul **194** das Set rekonstruierter Datenstichproben $\{c_{2i,2j+1}^{M-n}\}$ der rekonstruierten Daten räumlich um eine Datenstichprobe in der vertikalen Dimension nach unten, um das räumlich verschobene Subset rekonstruierter Datenstichproben $\{c_{2i+2,2j+1}^{M-n}\}$ zu erzeugen. Diese räumlichen Schiebemodule sind in der gleichen Art und Weise konfiguriert wie die entsprechenden Schiebemodule **141** und **139** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 5](#) und erzeugen die Sets an Datenstichproben in der gleichen Weise wie die entsprechenden Schiebemodule **141** und **139** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 5](#).

[0104] Die Subsets der rekonstruierten Eingangsdatenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$, $\{c_{2i,2j+1}^{M-n}\}$, $\{c_{2i+1,2j}^{M-n}\}$, $\{c_{2i+2,2j}^{M-n}\}$, $\{c_{2i+2,2j+1}^{M-n}\}$, $\{c_{2i+1,2j+2}^{M-n}\}$ und $\{c_{2i+2,2j+2}^{M-n}\}$ und das Set zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+2}^{M-n-1}\}$ der HH Komponentendaten f^{M-n-1} der zerlegten Daten y^{M-n-1} werden sowohl in horizontaler Dimension als auch in vertikaler Dimension von dem 2-D Addier/Bitschieber (A/BS) **198** verarbeitet. Dies erzeugt das Subset an rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} und wird in Übereinstimmung mit

Gleichung 1 durchgeführt (wenn diese neu angeordnet ist, um sie für die Datenstichprobe $c_{2i+1,2j+1}^{M-n}$ zu lösen) und sie ist die Umkehroperation zu der, die von dem entsprechenden 2-D Addier/Bitschieber (A/BS) **146** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 5](#) durchgeführt wird. Als Ergebnis ist jede rekonstruierte Datenstichprobe $c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}$ die gewichtete Summe der entsprechenden Datenstichprobe in den zerlegten Daten und der rekonstruierten Datenstichproben $c_{2i,2j}^{M-n}$, $c_{2i,2j+1}^{M-n}$, $c_{2i+1,2j}^{M-n}$, $c_{2i+2,2j+2}^{M-n}$, $c_{2i+2,2j}^{M-n}$, $c_{2i+1,2j+2}^{M-n}$ und $c_{2i+2,2j+2}^{M-n}$ die vertikal und/oder horizontal der rekonstruierten Datenstichprobe in den rekonstruierten Daten benachbart sind. Der Addier/Bitschieber umfasst Addierer (Σ) und Bitschieber (S^{-1} und S^{-2}), die zusammen diese gewichtete Summe allein unter Verwendung von Additions- (einschließlich) und arithmetischen Bitschiebeoperationen berechnen.

[0105] Der Rekonstruktionsfilter **180-M-n** umfasst auch ein 2-D Entschachtelungs-(d.h. Upsampel-, Entbündelungs- oder Schalt-) Modul (2-D Int Modul) **200**. Das Entschachtelungs-Modul entschachtelt (d.h. upsampelt, entbündelt oder schaltet) die Subsets der rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$, $\{c_{2i+1,2j}^{M-n}\}$ und $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n}\}$ der rekonstruierten Daten c^{M-n} in der vertikalen und horizontalen Dimension, um das einzelne Set von rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{2k,l}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} zu erzeugen. Mit anderen Worten, es führt die Umkehroperation zu der durch, die von dem entsprechenden 2-D Entschachtelungsmodul **136** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 5](#) durchgeführt wird.

[0106] Das 2-D Entschachtelungs-Modul **200** umfasst 2-D Entschachteler (2-D Int), um jeweils die Subsets rekonstruierter Datenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$, $\{c_{2i+1,2j}^{M-n}\}$ und $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n}\}$ der rekonstruierten Daten c^{M-n} sowohl in der vertikalen als auch in der horizontalen Dimension mit nullwertigen Datenstichproben zu entschachteln. Diese erzeugt die Subsets rekonstruierter Datenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}$, $\{c_{k+1,l}^{M-n}\}$, $\{c_{k,l+1}^{M-n}\}$ und $\{c_{k+1,l+1}^{M-n}\}$.

[0107] Das 2-D Entschachtelungs-Modul **200** enthält ferner vertikale und horizontale räumliche Verschieber (z_i^1 und z_j^1), die die Subsets von rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{k+1,l}^{M-n}\}$ und $\{c_{k,l+1}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten c^{M-n} jeweils räumlich um eine Datenstichprobe in der vertikalen und horizontalen Dimension nach oben verschieben. Dies erzeugt die räumlich verschobenen Subsets der rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}_2$ und $\{c_{k,l}^{M-n}\}_3$. Und das Entschachtelungs-Modul umfasst auch einen vertikalen und horizontalen räumlichen Verschieber (z_{ij}^1), der das Subset von rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{k+1,l+1}^{M-n}\}$ der Eingangsdaten räumlich sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Dimension um eine Datenstichprobe nach oben verschiebt. Dies erzeugt das räumlich verschobene Subset der Eingangsdatenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}_4$.

[0108] Folglich umfassen in dem ersten Subset der rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}_1$ die Datenstichproben, die geradzahlige vertikale und horizontale Indizes $k = 2i$ und $l = 2j$ aufweisen, die rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$, während all die anderen Datenstichproben Nullwerte aufweisen. Und in dem zweiten Subset der rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}_2$ umfassen die Datenstichproben, die geradzahlige vertikale Indizes $k = 2i$ und ungeradzahlige horizontale Indizes $l = 2j+1$ aufweisen, die rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{2i,2j+1}^{M-n}\}$, wohingegen all die anderen Datenstichproben Nullwerte aufweisen. In ähnlicher Form umfassen in dem zweiten Subset der rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}_3$ die Datenstichproben, die ungeradzahlige vertikale Indizes $k = 2i+1$ und geradzahlige horizontale Indizes $l = 2j$ aufweisen, die rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j}^{M-n}\}$, wohingegen all die anderen Datenstichproben Nullwerte aufweisen. Schließlich umfassen in dem vierten Subset der rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}_4$ die Datenstichproben, die ungeradzahlige vertikale und horizontale Indizes $k = 2i+1$ und $l = 2j+1$ aufweisen, die rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n}\}$, wohingegen all die anderen Datenstichproben Nullwerte aufweisen.

[0109] Schließlich umfasst das 2-D Entschachtelungs-Modul **200** einen Addierer (Σ), der die Subsets der rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}_1$, $\{c_{k,l}^{M-n}\}_2$, $\{c_{k,l}^{M-n}\}_3$ und $\{c_{k,l}^{M-n}\}_4$ addiert. Dies erzeugt das vollständige Set rekonstruierter Datenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}$ der rekonstruierten Daten c^{M-n} .

[0110] Darüber hinaus zeigen die [Fig. 13a](#) und [Fig. 13b](#) eine Ausführungsform des Rekonstruktionsfilters **180-M-n** für jede Auflösungsstufe $M-n$, der die Umkehroperation zu der ausführt, die zuvor für den Zerlegungsfilters **134-M-N** der [Fig. 8a](#) und [Fig. 8b](#) beschrieben wurde. Somit weist diese Ausführungsform des Rekonstruktionsfilters vertikale und horizontale Filterstufen **202** und **204** auf und wird für inverse wavelet-likes Transformationen verwendet, die in den Dimensionen trennbar sind. Wie die Ausführungsform der [Fig. 12](#) zeigen die [Fig. 13a](#) und [Fig. 13b](#) die konzeptionelle Konfiguration und effektive Wirkungsweise des Rekonstruktionsfilters und der Fachmann erkennt, dass zusätzlich zu der besonderen Konfiguration andere Konfigurationen verwendet werden können, um ihn zu implementieren.

[0111] Nun wird auf [Fig. 13b](#), [Fig. 7](#), [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) Bezug genommen. Bei dieser Ausführungsform des Rekonstruktionsfilters **180-M-n** umfasst die horizontale Filterstufe **204** ein horizontales räumliches Schiebemodul (H-D SS) **206**. Das räumliche Schiebemodul verschiebt das Set zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i,2j+1}^{M-n-1}\}$ der LH Komponentendaten d^{M-n-1} der zerlegten Daten y^{M-n-1} räumlich um eine Datenstichprobe in der horizontalen Dimension nach oben, um das räumlich verschobene Set von zerlegten Da-

tenstichproben $\{c_{2i,2j-1}^{M-n}\}$ zu erzeugen. Dieses räumliche Schiebemodul ist in der gleichen Art konfiguriert wie das entsprechende räumliche Schiebemodul **166** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 8a](#) und erzeugt das Set an Datenstichproben in der gleichen Weise wie das entsprechende räumliche Schiebemodul **166** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 8a](#).

[0112] Der horizontale Addier/Bitschieber (A/BS) **208** der horizontalen Filterstufe **204** verarbeitet die Sets zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i,2j}^{M-n}\}$, $\{c_{2i,2j+1}^{M-n}\}$ und $\{c_{2i,2j-1}^{M-n}\}$ der LL und LH Komponentendaten c^{M-n-1} und d^{M-n-1} der zerlegten Daten y^{M-n-1} . Als Antwort darauf erzeugt er das Subset von zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i,2j}^{M-n-1}\}$ der zwischenrekonstruierten Daten x^{M-n-1} . Dies wird in Übereinstimmung mit Gleichung 8 durchgeführt (wenn sie neu angeordnet ist, um sie für die Datenstichprobe $x_{2i,2j}^{M-n-1}$ zu lösen) und ist die Umkehroperation zu der, die von dem entsprechenden horizontalen Addier/Bitschieber (A/BS) **168** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 8b](#) durchgeführt wird. Somit ist jede zwischenrekonstruierte Datenstichprobe $x_{2i,2j}^{M-n-1}$ die gewichtete Summe der entsprechenden zerlegten Datenstichprobe $c_{2i,2j}^{M-n-1}$ in den zerlegten Daten und der zerlegten Datenstichproben $c_{2i,2j-1}^{M-n-1}$ und $c_{2i,2j+1}^{M-n-1}$, die den zwischenrekonstruierten Datenstichproben $x_{2i,2j-1}^{M-n-1}$ und $x_{2i,2j+1}^{M-n-1}$ entsprechen, die horizontal der zwischenrekonstruierten Datenstichprobe in den zwischenrekonstruierten Daten benachbart ist. Der Addier/Bitschieber umfasst Addierer (Σ) und Bitschieber (S^{-3} und S^{-1}), die zusammen diese gewichtete Summe nur unter Verwendung von Additions- (einschließlich) und arithmetischen Bitschiebeoperationen berechnen.

[0113] Die horizontale Filterstufe **204** umfasst ein horizontales räumliches Schiebemodul (H-D SS) **210**. Das räumliche Schiebemodul verschiebt das Subset von zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i,2j}^{M-n-1}\}$ der zwischenrekonstruierten Daten x^{M-n-1} räumlich in der horizontalen Dimension um eine Datenstichprobe nach unten, um das räumlich verschobene Subset der zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i,2j+2}^{M-n-1}\}$ zu erzeugen. Dieses räumliche Schiebemodul ist in der gleichen Weise konfiguriert wie das entsprechende räumliche Schiebemodul **162** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 12](#) und erzeugt das Set an Datenstichproben in der gleichen Art und Weise wie das entsprechende räumliche Schiebemodul **162** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 12](#).

[0114] Der horizontale Addier/Bitschieber (A/BS) **212** der horizontalen Filterstufe **204** verarbeitet die Subsets der zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i,2j}^{M-n-1}\}$ und $\{x_{2i,2j+2}^{M-n-1}\}$ der zwischenrekonstruierten Daten x^{M-n-1} und das Set zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i,2j+1}^{M-n-1}\}$ der LH Komponentendaten d^{M-n-1} der zerlegten Daten y^{M-n-1} . Als Antwort darauf erzeugt er das Subset von zwischenrekonstruierten Datenstichpro-

ben $\{x_{2i,2j+1}^{M-n-1}\}$ der zwischenrekonstruierten Daten x^{M-n-1} . Dies wird in Übereinstimmung mit Gleichung 7 durchgeführt (wenn diese neu angeordnet ist, um sie für die Datenstichprobe $x_{2i,2j+1}^{M-n-1}$ zu lösen) und ist die Umkehroperation zu der, die von dem entsprechenden horizontalen Addier/Bitschieber (A/BS) **164** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 8b](#) durchgeführt wird. Somit ist jede zwischenrekonstruierte Datenstichprobe $c_{2i,2j+1}^{M-n-1}$ die gewichtete Summe der entsprechenden zerlegten Datenstichprobe $c_{2i,2j+1}^{M-n-1}$ in den zerlegten Daten und der zwischenrekonstruierten Datenstichproben $x_{2i,2j+2}^{M-n-1}$ und $x_{2i,2j}^{M-n-1}$, die der zwischenrekonstruierten Datenstichprobe in den zwischenrekonstruierten Daten horizontal benachbart sind. Der Addier/Bitschieber umfasst Addierer (Σ) und Bitschieber (S^{-1}), die zusammen die gewichtete Summe allein unter Verwendung von Additions- (einschließlich) und arithmetischen Bitschiebeoperationen berechnen.

[0115] Die horizontale Filterstufe **204** umfasst ferner ein horizontales räumliches Schiebemodul (H-D SS) **214**. Das räumliche Schiebemodul verschiebt das Set zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$ der HH Komponentendaten f^{M-n-1} der zerlegten Daten y^{M-n-1} räumlich um eine Datenstichprobe in der horizontalen Ebene nach oben, um das räumlich verschobene Set zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$ zu erzeugen. Dieses räumliche Schiebemodul ist in der gleichen Art und Weise konfiguriert wie das entsprechende räumliche Schiebemodul **174** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 8b](#) und erzeugt das Set an Datenstichproben in der gleichen Weise wie das entsprechende räumliche Schiebemodul **174** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 8b](#).

[0116] Der horizontale Addier/Bitschieber (A/BS) **216** der horizontalen Filterstufe **204** verarbeitet die Sets zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$, $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$ und $\{c_{2i+1,2j-1}^{M-n-1}\}$ der HL und HH Komponentendaten e^{M-n-1} und f^{M-n-1} der zerlegten Daten y^{M-n-1} . Als Antwort darauf erzeugt er das Subset von zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$ der zwischenrekonstruierten Daten x^{M-n-1} . Dies wird in Übereinstimmung mit Gleichung 9 durchgeführt (wenn diese neu angeordnet ist, um sie für die Datenstichprobe $x_{2i+1,2j}^{M-n-1}$ zu lösen) und ist die Umkehroperation, zu der, die von dem entsprechenden horizontalen Addier/Bitschieber (A/BS) **176** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 8b](#) durchgeführt wird. Somit ist jede zwischenrekonstruierte Datenstichprobe $c_{2i+1,2j}^{M-n-1}$ die gewichtete Summe der entsprechenden zerlegten Datenstichprobe in den zerlegten Daten und der zerlegten Eingangsdatenstichproben $c_{2i+1,2j-1}^{M-n-1}$ und $c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}$ die den zwischenrekonstruierten Datenstichproben $x_{2i+1,2j-1}^{M-n-1}$ und $x_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}$ entsprechen, die horizontal der zwischenrekonstruierten Datenstichprobe in den zwischenrekonstruierten Daten benachbart sind. Der Addier/Bitschieber umfasst Addierer (Σ) und Bitschieber (S^{-3} und S^{-1}), die zusammen diese gewichtete Summe allein Verwendung von Additions- (ein-

schließlich) und arithmetischen Bitschiebeoperationen berechnen.

[0117] Die horizontale Filterstufe **204** umfasst ein anderes horizontales räumliches Schiebemodul (H-D SS) 218. Das räumliche Schiebemodul verschiebt das Subset zwischenrekonstruierter Datenstichproben $\{x_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$ der zwischenrekonstruierten Eingangsdaten x^{M-n-1} räumlich um eine Datenstichprobe in horizontaler Dimension nach unten, um das räumlich verschobene Subset zwischenrekonstruierter Datenstichproben $\{x_{2i+1,2j+2}^{M-n-1}\}$ zu erzeugen. Dieses räumliche Schiebemodul ist in der gleichen Weise konfiguriert wie das entsprechende räumliche Schiebemodul **171** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 8b](#) und erzeugt das Set an Datenstichproben in der gleichen Art und Weise wie das entsprechende räumliche Schiebemodul **171** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 8b](#).

[0118] Der horizontale Addier/Bitschieber (A/BS) 220 der horizontalen Filterstufe **204** verarbeitet die Subsets der zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$ und $\{x_{2i+1,2j+2}^{M-n-1}\}$ der zwischenrekonstruierten Daten x^{M-n-1} und das Set der zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$ der LL Komponentendaten c^{M-n-1} der zerlegten Daten y^{M-n-1} . Als Antwort darauf erzeugt er das Subset zwischenrekonstruierter Datenstichproben $\{x_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$ der zwischenrekonstruierten Daten x^{M-n-1} . Dies wird in Übereinstimmung mit Gleichung 9 durchgeführt (wobei diese neu angeordnet ist, um sie für die Datenstichprobe $x_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}$ zu lösen) und ist die Umkehroperation zu der, die von dem entsprechenden horizontalen Addier/Bitschieber (A/BS) **172** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 8b](#) durchgeführt wird. Folglich ist jede zwischenrekonstruierte Datenstichprobe $x_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}$ die gewichtete Summe der entsprechenden zerlegten Datenstichprobe $c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}$ in den zerlegten Daten und der zwischenrekonstruierten Datenstichproben $x_{2i+1,2j+2}^{M-n-1}$ und $x_{2i+1,2j}^{M-n-1}$, die der zwischenrekonstruierten Datenstichprobe in den zwischenrekonstruierten Daten horizontal benachbart sind. Der Addier/Bitschieber umfasst Addierer (Σ) und einen Bitschieber (S^{-1}), die zusammen diese gewichtete Summe allein Verwendung von Additions- (einschließlich) und arithmetischen Bitschiebeoperationen berechnen.

[0119] Die horizontale Filterstufe **204** umfasst ferner horizontale Entschachtelungs-Module (H-D Int) **222** und **224**. Das Entschachtelungs-Modul **222** entschachtelt die Subsets der zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i,2j}^{M-n-1}\}$ und $\{x_{2i,2j+1}^{M-n-1}\}$ in der horizontalen Dimension, um das Set von zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenrekonstruierten Daten x^{M-n-1} zu erzeugen. In ähnlicher Weise entschachtelt das Entschachtelungs-Modul **224** die Subsets der zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$ und $\{x_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$ in horizontalen Dimensionen, um das Set von zwischenrekonstruierten Daten-

stichproben $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenrekonstruierten Daten x^{M-n-1} zu erzeugen. Diese sind die Umkehroperationen derer, die von den entsprechenden horizontalen Entschachtelungs-Modulen **162** und **170** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 5](#) durchgeführt werden.

[0120] Um dies durchzuführen, umfasst das horizontale Entschachtelungs-Modul **222** horizontale Entschachteler (H-D Int), die die Subsets der zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i,2j}^{M-n-1}\}$ und $\{x_{2i,2j+1}^{M-n-1}\}$ in der horizontalen Dimension mit nullwertigen Datenstichproben entsprechend entschachteln. Dies erzeugt die Subsets zwischenrekonstruierter Datenstichproben $\{x_{2i,l}^{M-n-1}\}_1$ und $\{x_{2i,l+1}^{M-n-1}\}$. Das Entschachtelungs-Modul umfasst ferner einen horizontalen räumlichen Verschieber (z^1), der das Subset zwischenrekonstruierter Datenstichproben $\{x_{2i,l+1}^{M-n-1}\}$ räumlich um eine Datenstichprobe in der horizontalen Dimension nach oben verschiebt. Dies erzeugt das räumlich verschobene Subset zwischenrekonstruierter Datenstichproben $\{x_{2i,l}^{M-n-1}\}_2$.

[0121] Folglich umfassen in dem ersten Subset der zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{c_{2i,l}^{M-n-1}\}_1$ die Datenstichproben, die geradzahlig vertikale und horizontale Indizes $k = 2i$ und $l = 2j$ aufweisen, die zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i,2j}^{M-n-1}\}$, wohingegen all die anderen Datenstichproben Nullwerte aufweisen. In ähnlicher Weise umfassen in dem zweiten Subset der rekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i,l}^{M-n-1}\}_2$ die Datenstichproben, die geradzahlig vertikale Indizes $k = 2i$ und ungeradzahlig horizontale Indizes $l = 2j+1$ aufweisen, die zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i,2j+1}^{M-n-1}\}$, wohingegen all die anderen Datenstichproben Nullwerte aufweisen.

[0122] Das horizontale Entschachtelungs-Modul **222** umfasst einen Addierer (Σ), der die Subsets der zwischenrekonstruierten Eingangsdatenstichproben $\{x_{2i,l}^{M-n-1}\}_1$ und $\{x_{2i,l}^{M-n-1}\}_2$ addiert. Dies erzeugt das Set zwischenrekonstruierter Datenstichproben $\{x_{2i,l}^{M-n-1}\}$ der rekonstruierten Zwischendaten x^{M-n-1} . In ähnlicher Weise umfasst das horizontale Entschachtelungs-Modul **224** horizontale Entschachteler (H-D Int), die entsprechend die Subsets der zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$ und $\{x_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$ in der horizontalen Dimension mit nullwertigen Datenstichproben entschachteln. Dies erzeugt die Subsets der zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}_1$ und $\{x_{2i+1,l+1}^{M-n-1}\}$. Das Entschachtelungs-Modul umfasst ferner einen horizontalen räumlichen Verschieber (z^1), der das Set von zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i+1,l+1}^{M-n-1}\}$ räumlich um eine Datenstichprobe in der horizontalen Dimension nach oben verschiebt. Dies erzeugt das räumlich verschobene Subset der zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}_2$.

[0123] Folglich umfassen in dem ersten Subset der

zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$, die Datenstichproben, die ungeradzahlig vertikale Indizes $k = 2i+1$ und geradzahlig horizontale Indizes $l = 2j$ aufweisen, die zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i+1,2j}^{M-n-1}\}$, wohingegen all die anderen Datenstichproben Nullwerte aufweisen. In ähnlicher Weise umfassen in dem zweiten Subset zwischenrekonstruierter Datenstichproben $\{c_{2i+1,l}^{M-n-1}\}_2$ die Datenstichproben, die ungeradzahlig vertikale und horizontale Indizes $k = 2i+1$ und $l = 2j+1$ aufweisen, die zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i+1,2j+1}^{M-n-1}\}$, wohingegen all die anderen Datenstichproben Nullwerte aufweisen.

[0124] Das horizontale Entschachtelungs-Modul **224** umfasst einen Addierer (Σ), der die Subsets der zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}_1$ und $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}_2$ addiert. Dies erzeugt das Set zwischenrekonstruierter Eingangsdatenstichproben $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenrekonstruierten Daten x^{M-n-1} .

[0125] Mit Bezug auf [Fig. 13a](#), [Fig. 7](#), [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) umfasst die vertikale Filterstufe **202** ein horizontales räumliches Schiebemodul (V-D SS) **226**. Das räumliche Schiebemodul verschiebt das Set von zwischenrekonstruierten Datenstichproben $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenrekonstruierten Daten x^{M-n-1} räumlich um eine Datenstichprobe in der vertikalen Dimension nach oben, um das räumlich verschobene Set zwischenrekonstruierter Datenstichproben $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}$ zu erzeugen. Dieses räumliche Schiebemodul ist in der gleichen Art und Weise konfiguriert wie das räumliche Schiebemodul **158** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 8a](#) und erzeugt dieses Set an Datenstichproben in der gleichen Art und Weise wie das räumliche Schiebemodul **158** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 8a](#).

[0126] Der vertikale Addier/Bitschieber (A/BS) **228** der vertikalen Filterstufe **204** verarbeitet die Sets zwischenrekonstruierter Datenstichproben $\{x_{2i,l}^{M-n-1}\}$, $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}$ und $\{x_{2i-1,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenrekonstruierten Eingangsdaten x^{M-n-1} in der vertikalen Dimension. Als Antwort darauf erzeugt er das Subset rekonstruierter Datenstichproben $\{c_{2i,l}^{M-n}\}$ der rekonstruierten Daten c^{M-n} . Dies wird in Übereinstimmung mit Gleichung 6 ausgeführt (wenn sie neu angeordnet ist, um sie für die Datenstichprobe $c_{2i,l}^{M-n}$ zu lösen) und es ist die Umkehroperation zu der, die von dem entsprechenden vertikalen Addier/Bitschieber (A/BS) **160** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 8a](#) durchgeführt wird. Somit ist jede rekonstruierte Datenstichprobe $c_{2i,l}^{M-n}$ die gewichtete Summe der entsprechenden zwischenrekonstruierten Datenstichprobe $x_{2i,2j}^{M-n-1}$ in den zwischenrekonstruierten Daten und der zwischenrekonstruierten Datenstichproben $x_{2i+1,l}^{M-n-1}$ und $x_{2i-1,l}^{M-n-1}$, die den rekonstruierten Datenstichproben $c_{2i+1,l}^{M-n}$ und $c_{2i-1,l}^{M-n}$ entsprechen, die der rekonstruierten Datenstichprobe in den rekonstruierten Daten vertikal benachbart sind. Der Addier/Bitschieber umfasst Addierer (Σ) und einen

Bitschieber (S^{-1}), die zusammen diese gewichtete Summe allein unter Verwendung von Additions- (einschließlich) und arithmetischen Bitschiebeoperationen berechnen.

[0127] Die vertikale Filterstufe **202** umfasst ein vertikales räumliches Schiebemodul (V-D SS) **230**. Das räumliche Schiebemodul verschiebt das Subset an rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{2i,l}^{M-n}\}$ der rekonstruierten Daten c^{M-n} räumlich um eine Datenstichprobe in der vertikalen Dimension nach unten, um das räumlich verschobene Set rekonstruierter Datenstichproben $\{c_{2i+1,l}^{M-n}\}$ zu erzeugen. Dieses räumliche Schiebemodul ist in der gleichen Art und Weise konfiguriert wie das entsprechende Schiebemodul **155** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 12](#) und erzeugt das Set an Datenstichproben in der gleichen Art und Weise wie das entsprechende Schiebemodul **155** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 12](#).

[0128] Der vertikale Addier/Bitschieber (A/BS) **232** der vertikalen Filterstufe **202** verarbeitet die Sets rekonstruierter Datenstichproben $\{c_{2i,l}^{M-n}\}$ und $\{c_{2i+2,l}^{M-n}\}$ der rekonstruierten Daten c^{M-n} und das Set zwischenrekonstruierter Datenstichproben $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}$ der zwischenrekonstruierten Eingangsdaten x^{M-n-1} . Als Antwort darauf erzeugt er das Subset rekonstruierter Datenstichproben $\{c_{2i+1,l}^{M-n}\}$ der rekonstruierten Daten. Dies wird in Übereinstimmung mit Gleichung 5 ausgeführt (wenn sie neu angeordnet ist, um sie für die Datenstichprobe $c_{2i+1,l}^{M-n}$ zu lösen) und es ist die Umkehroperation zu der, die von dem entsprechenden horizontalen Addier/Bitschieber (A/BS) **156** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 8a](#) durchgeführt wird. Folglich ist jede rekonstruierte Datenstichprobe $c_{2i+1,l}^{M-n}$ die gewichtete Summe der entsprechenden zwischenrekonstruierten Datenstichprobe $x_{2i+1,l}^{M-n-1}$ in den zwischenrekonstruierten Daten und der rekonstruierten Datenstichproben $c_{2i+1,l}^{M-n}$ und $c_{2i,l}^{M-n}$, die der rekonstruierten Datenstichprobe in den rekonstruierten Daten vertikal benachbart sind. Der Addier/Bitschieber umfasst Addierer (Σ) und Bitschieber (S^{-1}), die zusammen diese gewichtete Summe nur unter Verwendung von Additions- (einschließlich) und arithmetischen Bitschiebeoperationen berechnen.

[0129] Die vertikale Filterstufe **202** umfasst auch ein vertikales Verschachtelungs-Modul (V-D Int) **234**. Das Verschachtelungs-Modul verschachtelt die Subsets der rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{2i,l}^{M-n}\}$ und $\{c_{2i+1,l}^{M-n}\}$ in der vertikalen Dimension, um das einzelne Set von rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}$ der rekonstruierten Daten c^{M-n} zu erzeugen. Dies ist die Umkehroperation zu der, die von dem entsprechenden vertikalen Entschachtelungs-Modul **154** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 8a](#) durchgeführt wird.

[0130] Um dies durchzuführen, umfasst das vertikale Verschachtelungs-Modul **234** vertikale Verschachteler (V-D Int), um die Subsets rekonstruierter Daten-

stichproben $\{c_{2i,l}^{M-n}\}$ und $\{c_{2i+1,l}^{M-n}\}$ in der vertikalen Dimension mit nullwertigen Datenstichproben entsprechend zu verschachteln. Dies erzeugt die Subsets rekonstruierter Datenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}_1$ und $\{c_{k+1,l}^{M-n}\}_1$. Das Verschachtelungs-Modul umfasst ferner einen vertikalen räumlichen Verschieber (z_i^1), der das Subset rekonstruierter Datenstichproben $\{c_{k+1,l}^{M-n}\}_1$ räumlich um eins in der vertikalen Dimension verschiebt. Dies erzeugt das räumlich verschobene Subset rekonstruierter Datenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}_2$.

[0131] Somit umfassen in dem ersten Set der rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}_1$ die Datenstichproben, die geradzahlige vertikale und horizontale Indizes $k = 2i$ aufweisen, die rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{2i,l}^{M-n}\}$, wohingegen alle anderen Datenstichproben Nullwerte aufweisen. In ähnlicher Weise umfassen in dem zweiten Subset der rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}_2$ die Datenstichproben, die ungeradzahlige vertikale Indizes $k = 2i+1$ aufweisen, die rekonstruierten Datenstichproben $\{c_{2i+1,l}^{M-n}\}$, wohingegen alle anderen Datenstichproben Nullwerte aufweisen.

[0132] Das vertikale Verschachtelungs-Modul **234** umfasst einen Addierer (Σ), der die Subsets rekonstruierter Datenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}_1$ und $\{c_{k,l}^{M-n}\}_2$ addiert. Dieses erzeugt das vollständige Set rekonstruierter Datenstichproben $\{c_{k,l}^{M-n}\}$ der rekonstruierten Daten c^{M-n} .

[0133] Mit Bezug zurück auf [Fig. 3](#) und [Fig. 11](#) verwendet somit der inverse wavelet-like Transformationsgenerator **132** N Rekonstruktionsfilter **180-M-N+1** bis **180-M** des gerade beschriebenen Typs, um vollständig zerlegte 2-D Daten z^{M-N} in vollständig rekonstruierte 2-D Daten c^M zu rekonstruieren. Dies wird mit N Rekonstruktionen über N Auflösungsstufen unter Verwendung der HH, HL und LH 2-D Komponentendaten $\{f^{M-1}, e^{M-1}, d^{M-1}, \dots, f^{M-n}, e^{M-n}, d^{M-n}, f^{M-n-1}, e^{M-n-1}, d^{M-n-1}\}$ die von den Rekonstruktionsfiltern erzeugt werden, und der HH, HL, LH und LL 2-D Komponentendaten $f^{M-N}, e^{M-N}, d^{M-N}$ und c^{M-N} der vollständig zerlegten 2-D Daten z^{M-N} durchgeführt.

1-D wavelet-like Transformation

[0134] Bezugnehmend auf [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) können wie zuvor diskutiert die Originaldaten, die ausgewählt werden, um komprimiert zu werden, 1-D Daten sein, die ein Set an Datenstichproben in einer vordefinierten räumlichen Dimension umfassen. Dennoch weist wie die Datenstichprobe der Daten jede Datenstichprobe einen Wert auf, der eine physikalische Eigenschaft darstellt. Zum Beispiel können die 1-D Daten Audiodaten mit einem Set von Datenstichproben sein, die einen Ton darstellen. In diesem Fall stellt der Wert jeder Datenstichprobe die Intensität des Tons zum Zeitpunkt der Datenstichprobe dar.

[0135] Der wavelet-like Transformationsgenerator **122** solch einer Ausführungsform ist ähnlich zu der, die in [Fig. 4](#) gezeigt ist. In diesem Fall zerlegt er 1-D Originaldaten c^M in einen MRA 1-D Raum unter Verwendung einer MRA 1-D wavelet-likes Transformation. Bei jeder Auflösungsstufe M-n werden somit 1-D Eingangsdaten c^{M-n} dem entsprechenden 1-D Zerlegungsfiler der Stufe M-n bereitgestellt werden, in L (Niederfrequenzunterband) und H (Hochfrequenzunterband) 1-D Komponentendaten c^{M-n-1} und d^{M-n-1} , die die zerlegten 1-D Daten y^{M-n-1} ausbilden, unter Verwendung der wavelet-likes Transformation zerlegt. Die Datenstichproben der L und H Komponentendaten stellen entsprechend die Datenstichproben der Eingangsdaten in einem Niederfrequenzunterband dar (d.h. sie weisen Datenstichprobenwerte mit einer niederen Frequenz in der vordefinierten räumlichen Dimension auf) und in einem Hochfrequenzunterband (d.h. sie weisen Datenstichprobenwerte mit einer hohen Frequenz in der vordefinierten räumlichen Dimension auf).

[0136] Somit sind an der ersten Auflösungsstufe M, an der dies durchgeführt wird, die 1-D Originaldaten die 1-D Eingangsdaten c^M für den Zerlegungsfiler der Stufe M. Und bei jeder nachfolgenden Auflösungsstufe M-n sind die L 1-D Komponentendaten c^{M-n} aus der vorhergehenden Auflösungsstufe M-n+1 die Eingangsdaten für den Zerlegungsfiler der entsprechenden Stufe M-n. Folglich umfassen die vollständig zerlegten 1-D Daten z^{M-N} die H 1-D Komponentendaten $\{d^{M-1}, \dots, d^{M-n}, d^{M-n-1}, d^{M-N}\}$ aus jeder Zerlegungsstufe und die L 1-D Komponentendaten c^{M-N} , die von dem Zerlegungsfiler an der Stufe M-N+1 an der letzten Auflösungsstufe M-N+1 erzeugt werden, an der eine Zerlegung durchgeführt wird.

[0137] Darüber hinaus ist in dieser Ausführungsform der Zerlegungsfiler der M-n Stufe für jede Auflösungsstufe M-n in der gleichen Art und Weise ausgelegt wie die vertikale Filterstufe **152** des Zerlegungsfilters **134-M-n** der [Fig. 8a](#) und wirkt in der gleichen Weise. Insbesondere zerlegt der Zerlegungsfiler das Set von Eingangsdatenstichproben c_k^{M-n} der 1-D Eingangsdaten c^{M-n} in die Sets zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i}^{M-n-1}\}$ und $\{c_{2i+1}^{M-n-1}\}$ der L und H 1-D Komponentendaten c^{M-n-1} bzw. d^{M-n-1} der zerlegten 1-D Daten y^{M-n-1} . Dies wird in der gleichen Weise durchgeführt wie zuvor für die vertikale Filterstufe beschrieben und in Übereinstimmung mit Gleichungen 5 und 6, wobei aber das tiefgestellte Zeichen l entfällt, um die 1-D Operation anzuzeigen, die zerlegten Daten y^{M-n-1} die Daten x^{M-n-1} umfassen und die Sets zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i}^{M-n-1}\}$ und $\{c_{2i+1}^{M-n-1}\}$ umfassen die Sets an Datenstichproben $\{x_{2i,l}^{M-n-1}\}$ und $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}$.

[0138] Zusätzlich kann in dieser Ausführungsform der Zerlegungsfiler der Stufe M-n entsprechende Bitschieber umfassen, um die Energie der H und L Komponentendaten c^{M-n-1} und d^{M-n-1} für Quantisierungs-

zwecke fein abzustimmen. Wenn dies so getan wird, würden die Bitschieber die Bits der entsprechenden Sets zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i}^{M-n-1}\}$ und $\{c_{2i+1}^{M-n-1}\}$ der L und H Komponentendaten um entsprechend vordefinierte Beträge verschieben.

[0139] Somit verwendet der wavelet-like Transformationsgenerator **122** ähnlich zu dem vorher für 2-D Originaldaten Beschriebenen N Zerlegungsfilters des gerade beschriebenen Typs, um die 1-D Originaldaten c^M über N entsprechende Auflösungsstufen zu zerlegen. Die resultierenden H 1-D Komponentendaten $\{d^{M-1}, \dots, d^{M-n}, d^{M-n-1}, \dots, d^{M-N}\}$ und die L 1-D Komponentendaten c^{M-N} umfassen die vollständig zerlegten 1-D Daten z^{M-N}

1-D inverse wavelet-like Transformation

[0140] Wieder mit Bezug auf [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) kann der Invers-Wavelet-Transformationsgenerator **132** verwendet werden, um vollständig zerlegte 1-D Daten z^{M-N} des gerade beschriebenen Typs zu rekonstruieren. Wenn dies getan wird, verwendet der Invers-Wavelet-Transformationsgenerator eine MRA 1-D inverse wavelet-like Transformation, die der gerade beschriebenen 1-D wavelet-likes Transformation entspricht, um die vollständig zerlegten Daten in vollständig rekonstruierte 1-D Daten c^M zu rekonstruieren.

[0141] Bei dieser Ausführungsform ist der Rekonstruktionsfilter der Stufe M-n für jede Auflösungsstufe M-n konzeptionell in der gleichen Art und Weise konfiguriert wie die vertikale Filterstufe **202** des Rekonstruktionsfilters **180-M-n** der [Fig. 13a](#) und ist in der gleichen Art und Weise wirksam. Insbesondere rekonstruiert der Rekonstruktionsfilter die Sets zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i}^{M-n-1}\}$ und $\{c_{2i+1}^{M-n-1}\}$ der L und H 1-D Komponentendaten c^{M-n-1} bzw. d^{M-n-1} der zerlegten 1-D Daten y^{M-n-1} in das Set rekonstruierter Datenstichproben $\{c_{2i}^{M-n}\}$ der rekonstruierten 1-D Daten c^{M-n} . Ähnlich der entsprechenden wavelet-likes Transformation wird dies in der zuvor für die vertikale Filterstufe beschriebenen Art und Weise durchgeführt und in Übereinstimmung mit Gleichungen 5 und 6, wobei aber das tiefgestellte Zeichen l entfällt, um eine 1-D Operation anzuzeigen, die zerlegten Daten y^{M-n-1} umfassen die Daten x^{M-n-1} und die Sets zerlegter Datenstichproben $\{c_{2i}^{M-n-1}\}$ und $\{c_{2i+1}^{M-n-1}\}$ umfassen die Sets an Datenstichproben $\{x_{2i,l}^{M-n-1}\}$ und $\{x_{2i+1,l}^{M-n-1}\}$.

[0142] Wie bei dem 1-D Zerlegungsfilters der Stufe M-n gerade beschrieben, kann diese Ausführungsform des Rekonstruktionsfilters entsprechende Bitschieber enthalten, um die Energie der L und H Komponentendaten c^{M-n-1} und d^{M-n-1} nach der Entquantisierung wieder abzustimmen. Wenn dies gemacht wird, würden die Bitschieber die Bits der entsprechenden Sets von zerlegten Datenstichproben $\{c_{2i}^{M-n-1}\}$ und $\{c_{2i+1}^{M-n-1}\}$ der L und H Komponentendaten um entspre-

chend vordefinierte Beträge entgegengesetzt zu den Beträgen verschieben, um die sie während der Zerlegung räumlich verschoben wurden.

Schlussfolgerung

[0143] In den vorhergehenden beschriebenen Ausführungsformen des Zerlegungsfilters **134-M-n** wird die gerade beschriebene wavelet-like Transformation mit Eingangsdaten ausgeführt, indem erst das Set von Datenstichproben der Eingangsdaten in Subsets entschachtelt wird. Dann wird jedes Subset der Eingangsdatenstichproben mit einer entsprechenden Verarbeitungsoperation nur unter Verwendung von Bitschiebe-, Additions- und Subtraktionsoperation verarbeitet, um einen entsprechenden Set zerlegter Datenstichproben zu erzeugen. Somit wird bei der Ausführung der entsprechenden Verarbeitungsoperation für jedes Subset bei den Eingangsdatenstichproben der anderen Subsets keine Zeit verschwendet.

[0144] In ähnlicher Form wird die inverse wavelet-like Transformation in den vorher beschriebenen Ausführungsformen des Rekonstruktionsfilters **180-M-n** an zerlegten Daten ausgeführt, indem zuerst jedes Set zerlegter Datenstichproben der zerlegten Daten mit einer entsprechenden Verarbeitungsoperation nur unter Verwendung von Bitschiebe-, Additions- und Subtraktionsoperation verarbeitet wird, um einen entsprechenden Subset von rekonstruierten Datenstichproben zu erzeugen. Dann werden die Subsets rekonstruierter Datenstichproben verschachtelt, um ein Set von rekonstruierten Datenstichproben zu erzeugen. Somit wird bei der Ausführung der entsprechenden Verarbeitungsoperation für jedes Set zerlegter Datenstichproben bei den Datenstichproben anderer Sets keine Zeit verschwendet.

[0145] Da auch nur Bitschiebe-, Additions- und Subtraktionsoperationen verwendet werden, werden nur einfache Fixpunktberechnungen beim Ausführen dieser wavelet-likes und inversen waveletlikes Transformation durchgeführt. Darüber hinaus können andere Kombinationen von Bitschiebe-, Additions- und Subtraktionsoperationen als die zuvor in Übereinstimmung mit Gleichungen 1 bis 10 beschriebenen verwendet werden, um die wavelet-like und inverse wavelet-like Transformation zu implementieren.

[0146] Zum Beispiel kann anstelle der Verwendung von Gleichung 2 jede zerlegte Datenstichprobe $c_{2i+1,2i}^{M-n-1}$ der HL 2-D Komponentendaten e^{M-n-1} in der 2-D wavelet-likes Transformation gemäß Gleichung 11 erzeugt werden.

$$\begin{aligned} c_{2i+1,2j}^{M-n-1} = & S^1 [c_{2i+1,2j}^{M-n} - S^{-4} (c_{2i,2j}^{M-n} + c_{2i+2,2j}^{M-n}) + S^{-4} (c_{2i-2,2j}^{M-n} + c_{2i+4,2j}^{M-n}) \\ & + S^{-2} (c_{2i+1,2j-1}^{M-n-1} + c_{2i+1,2j+1}^{M-n-1})] \end{aligned}$$

[0147] Und jede entsprechend rekonstruierte Datenstichprobe $c_{2i+1,2j}^{M-n}$ der rekonstruierten Daten c^{M-n} kann auch in der inversen wavelet-likes Transformation gemäß Gleichung 11 erzeugt werden (wenn sie neu angeordnet ist, um sie für die Datenstichprobe $c_{2i+1,2j}^{M-n}$ zu lösen).

[0148] In ähnlicher Weise könnte anstelle der Verwendung von Gleichung 3 jede zerlegte Datenstichprobe $c_{2i,2j+1}^{M-n-1}$ der LH 2-D Komponentendaten d^{M-n-1} in der wavelet-likes Transformation gemäß Gleichung 12 erzeugt werden:

Gleichung 12

$$c_{2i,2j+1}^{M-n-1} = S^1[c_{2i,2j+1}^{M-n} - S^{-1}(c_{2i,2j}^{M-n} + c_{2i,2j+2}^{M-n-1}) - S^{-4}(c_{2i,2j}^{M-n} + c_{2i,2j}^{M-n}) + S^{-4}(c_{2i,2j-2}^{M-n} + c_{2i,2j+4}^{M-n}) + S^{-2}(c_{2i+1,2j+1}^{M-n} + c_{2i-1,2j+1}^{M-n-1})]$$

[0149] Und jede entsprechend rekonstruierte Datenstichprobe $c_{2i,2j+1}^{M-n}$ der rekonstruierten Daten c^{M-n} könnte auch in der inversen wavelet-likes Transformation gemäß Gleichung 12 erzeugt werden (wenn sie neu angeordnet ist, um sie für die Datenstichprobe $c_{2i,2j+1}^{M-n}$ zu lösen).

[0150] Somit stellen die gerade beschriebenen Entschachtelungs-, Verschachtelungs-, Bitschiebe-, Additions- und Subtraktionsoperationen eine schnelle und effektive wavelet-like und inverse wavelet-like Transformation zum Zerlegen von Eingangsdaten und zum Rekonstruieren zerlegter Daten bereit. Wie vorher beschrieben ist dies auf 2-D und 1-D Daten anwendbar. Wie jedoch der Fachmann erkennt, können sie auch auf Daten mit mehr als ein oder zwei Dimensionen anwendbar sein.

[0151] Der wavelet-like Transformationsgenerator wurde zur Verwendung mit einem Codierer **126** und Quantisierer **130** zum Komprimieren von Originaldaten beschrieben. Ähnlich wurde der inverse wavelet-like Transformationsgenerator **132** zur Verwendung mit einem Decodierer **128** und Entquantisierer **130** zum Dekomprimieren von codierten Daten beschrieben. Der Fachmann erkennt aber, dass die wavelet-likes und inversen wavelet-likes Transformationen, die hier beschrieben und von dem wavelet-likes und inversen wavelet-likes Transformationsgenerator ausgeführt werden, für andere Zwecke verwendet werden können. In solch einem Fall könnte ein digitaler Signalprozessor (DSP) verwendet werden, um die wavelet-like und inverse wavelet-like Transformation nachzubearbeiten und/oder vorzuverarbeiten.

[0152] Darüber hinaus war in [Fig. 1](#) das Datenverarbeitungssystem **102**, das den wavelet-likes Transformationsgenerator **122** und den inversen wavelet-likes Transformationsgenerator **132** verwendet, in einer Software-Implementierung gezeigt. Jedoch kann auch eine Hardwareimplementierung des Datenverarbeitungssystems Vorzüge aus den Vorteilen

der 1-D und 2-D wavelet-likes und inversen wavelet-likes Transformation ziehen, die gerade beschrieben wurde. [Fig. 14](#) zeigt eine solche Ausführungsform. Hier ist das Bildverarbeitungssystem ein Hardware-Gerät und wird von dem Datenverarbeitungssystemstreiber **103** angetrieben, der im Speicher **110** gespeichert ist und auf der CPU **114** läuft. Dies wird unter der Steuerung des Betriebssystems **112** durchgeführt und als Antwort auf Steuerbefehle, die von dem Benutzer über die Benutzerschnittstelle **116** gegeben werden.

[0153] Schließlich ist, wenn auch die vorliegende Erfindung mit Bezug auf wenige spezifische Ausführungsformen beschrieben wurde, die Beschreibung für die Erfindung beispielhaft und sie ist nicht ausgelegt, um die Erfindung zu beschränken. Verschiedene Modifikationen würden dem Fachmann einfallen, ohne von dem wirklichen Sinn und dem Rahmen der Erfindung, wie er in den angehängten Ansprüchen definiert ist, abzuweichen.

Patentansprüche

1. Wavelet-Transformations-Generator zur Durchführung einer wavelet-likes Transformation von Eingangsdaten in abgeleitete Daten, wobei die Eingangsdaten ein Set von Eingangsdatenstichproben und die abgeleiteten Daten Sets von abgeleiteten Datenstichproben umfassen und wobei der wavelet-like Transformationsgenerator umfasst ein Entschänkungsmodul (**136**), welches das Set von Eingangsdatenstichproben entschänkt, um daraus Subsets des Sets von Eingangsdatenstichproben zu produzieren; ein oder mehrere räumliche Schiebemodule (**137**, **139**, **141**), die eines oder mehrere der Subsets des Sets von Eingangsdatenstichproben in einer oder mehreren räumlichen Dimensionen räumlich verschieben, um ein oder mehrere räumlich verschobene Subsets des Sets von Eingangsdatenstichproben zu produzieren; ein oder mehrere räumliche Schiebemodule (**138**, **140**, **142**), die eines oder mehrere der Sets von abgeleiteten Datenstichproben in einer oder mehreren räumlichen Dimensionen räumlich verschieben, um ein oder mehrere räumlich verschobene Sets von abgeleiteten Datenstichproben zu erzeugen; und für jedes der Sets von abgeleiteten Datenstichproben ein Add/Bit-Schiebemodul (**146**, **147**, **148**, **149**), welches jede der abgeleiteten Datenstichproben des Sets von abgeleiteten Datenstichproben durch Berechnen einer gewichteten Summe eines vordefinierten Sets von Datenstichproben, die ausgewählt sind aus (A) den Subsets der Sets von Eingangsdatenstichproben, (B) einem oder mehreren der räumlich verschobenen Subsets der Eingangsdatenstichproben, (C) den Sets von abgeleiteten Datenstichproben und (D) einem oder mehreren räumlich verschobenen Sets der abgeleiteten Datenstichproben, wobei

die gewichtete Summe errechnet wird durch Verwendung von nur Add- und Bit-Schiebeoperationen.

2. Wavelet-licher Transformationsgenerator nach Anspruch 1, wobei die gewichtete Summe mit einem Ableitungsfilter korrespondiert, das ein korrespondierendes Rekonstruktionsfilter hat, welches, wenn es auf die abgeleiteten Daten angewendet wird, die Eingangsdaten rekonstruiert.

3. Wavelet-licher Transformationsgenerator nach Anspruch 1, wobei:

jedes der Sets von abgeleiteten Datenstichproben mit einem der Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben korrespondiert, so dass jede der abgeleiteten Datenstichproben aus jedem der Sets von abgeleiteten Datenstichproben mit einem der Eingangsdatenstichproben aus dem korrespondierenden Subset des Sets von Eingangsdatenstichproben korrespondiert;

für jede der abgeleiteten Datenstichproben aus jedem der Sets von abgeleiteten Datenstichproben schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende Eingangsdatenstichprobe in dem korrespondierenden Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben und (B) Datenstichproben, die aus (i) Eingangsdatenstichproben, die räumlich benachbart sind zu der korrespondierenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten und die in den Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben und einem oder mehreren der räumlich verschobenen Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben sind und (ii) abgeleiteten Datenstichproben, die mit Eingangsdatenstichproben korrespondieren, die räumlich benachbart sind zu der korrespondierenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten und die in den Sets von abgeleiteten Datenstichproben und dem einen oder mehreren räumlich verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben sind.

4. Wavelet-licher Transformationsgenerator nach Anspruch 3, wobei:

die Eingangsdaten und die abgeleiteten Daten räumlich eindimensional sind mit einer vordefinierten räumlichen Dimension;

die abgeleiteten Daten Hochfrequenzkomponentendaten und Niederfrequenzkomponentendaten umfassen, wobei jede ein korrespondierendes Set aus den Sets von abgeleiteten Datenstichproben umfasst und mit einem der Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben korrespondiert;

eines oder mehrere der räumlich verschobenen Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben umfasst ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welches mit den Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert und in der vordefinierten räumlichen Dimension räumlich verschoben ist;

eines oder mehrere der räumlich verschobenen Sets

von abgeleiteten Datenstichproben umfasst ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben aus den Hochfrequenzkomponentendaten, welches in der vordefinierten räumlichen Dimension räumlich verschoben ist;

für jede der abgeleiteten Datenstichproben aus dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der Hochfrequenzkomponentendaten schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende Datenstichprobe in dem Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welche mit den Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert, und (B) Eingangsdatenstichproben, welche räumlich benachbart sind zu den korrespondierenden Eingangsdatenstichproben in den Eingangsdaten und die in dem Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben und dem räumlich verschobenen Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben sind, welches mit den Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert;

für jede der abgeleiteten Datenstichproben aus dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der Niederfrequenzkomponentendaten schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende Eingangsdatenstichprobe in dem Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welche mit den Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert, und (B) abgeleitete Datenstichproben, welche mit den Eingangsdatenstichproben korrespondieren, welche räumlich benachbart sind zu der korrespondierenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten und die in der Set von abgeleiteten Datenstichproben und dem räumlich verschobenen Set der abgeleiteten Datenstichproben der Hochfrequenzkomponentendaten sind.

5. Wavelet-licher Transformationsgenerator nach Anspruch 3, wobei:

die Eingangsdaten und die abgeleiteten Daten räumlich zweidimensional sind mit vertikaler und horizontaler Dimension;

die abgeleiteten Daten umfassen vertikale und horizontale Hochfrequenzkomponentendaten, vertikale Hochfrequenz- und horizontale Niederfrequenzkomponentendaten, vertikale Niederfrequenz- und horizontale Hochfrequenzkomponentendaten und vertikale und horizontale Niederfrequenzkomponentendaten, welche jeweils ein korrespondierendes aus den Sets von abgeleiteten Datenstichproben umfassen und mit einem der Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben korrespondieren;

eines oder mehrere der räumlich verschobenen Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welches mit den vertikal Hoch- und horizontal Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert und in der horizontalen Dimension räumlich verschoben ist, ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welches mit den vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert und räumlich in der vertikalen

len Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welches mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert und räumlich in der vertikalen Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welches mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert und in der horizontalen Dimension räumlich verschoben ist, und ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welches mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert und sowohl in der vertikalen als auch in der horizontalen Dimension räumlich verschoben ist;

eines oder mehrere der räumlich verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben aus dem Set von abgeleiteten Datenstichproben umfassen ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten, welches in der horizontalen Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, welches in der vertikalen Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, welches in der vertikalen Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, welches in der horizontalen Dimension verschoben ist, und ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, welches sowohl in der vertikalen als auch in der horizontalen Dimension verschoben ist;

für jede der abgeleiteten Datenstichproben aus dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende Eingangsdatenstichprobe in dem Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welches mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert, und (B) Eingangsdatenstichproben, welche vertikal und horizontal benachbart sind zu den Eingangsdatenstichproben in den Eingangsdaten und die in den Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben und den räumlich verschobenen Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben sind, welche mit den vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten, den vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten und den vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten korrespondieren;

für jede der abgeleiteten Datenstichproben aus dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponen-

tendaten schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende Eingangsdatenstichprobe in dem korrespondierenden Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welches mit den vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert, (B) Eingangsdatenstichproben, welche vertikal benachbart sind zu der korrespondierenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten und die in dem Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben und den räumlich verschobenen Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben sind, welche mit den vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten korrespondieren, und (C) abgeleitete Datenstichproben, welche mit den Eingangsdatenstichproben korrespondieren, die horizontal benachbart sind zu der korrespondierenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten und die in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben und den räumlich verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten sind;

für jede der abgeleiteten Datenstichproben aus dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende Eingangsdatenstichprobe in dem Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welches mit den vertikalen Nieder- und den horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert, (B) benachbarte Eingangsdatenstichproben, welche horizontal benachbart sind zu der korrespondierenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten und die in dem Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben und dem räumlich verschobenen Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben sind, welches mit den vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert, und (C) abgeleitete Datenstichproben, welche mit den Eingangsdatenstichproben korrespondieren, die vertikal benachbart sind zu der korrespondierenden Eingangsdatenstichprobe im Eingang und die in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben und dem räumlich verschobenen Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten sind;

für jede der abgeleiteten Datenstichproben aus dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende Eingangsdatenstichprobe in dem Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welches mit den vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert, und (B) abgeleitete Datenstichproben, welche mit den Eingangsdatenstichproben korrespondieren, die vertikal und horizontal benachbart sind mit der korrespondierenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten und die in den Sets von abgelei-

teten Datenstichproben und den räumlich verschobenen Sets der abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, der vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten und der vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten sind.

6. Verfahren zum Durchführen einer wavelet-lichen Transformation von Eingangsdaten in abgeleitete Daten, wobei die Eingangsdaten ein Set von Eingangsdatenstichproben und die abgeleiteten Daten Sets von abgeleiteten Datenstichproben umfassen, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst: Entflechten des Sets von Eingangsdatenstichproben, um Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben zu produzieren; räumliches Verschieben eines oder mehrerer der Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben in einer oder mehreren räumlichen Dimensionen, um ein oder mehrere räumlich verschobene Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben zu erzeugen; räumliches Verschieben von einem oder mehreren der Sets von abgeleiteten Datenstichproben in einer oder mehreren räumlichen Dimensionen, um ein oder mehrere räumlich verschobene Sets von abgeleiteten Datenstichproben zu erzeugen; und für jedes der Sets von abgeleiteten Datenstichproben Erzeugen von jeder der abgeleiteten Datenstichproben aus dem Set von abgeleiteten Datenstichproben durch Berechnen einer gewichteten Summe eines vordefinierten Sets von Datenstichproben, ausgewählt aus (A) den Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, (B) dem einen oder mehreren der räumlich verschobenen Subsets aus den Eingangsdatenstichproben, (C) den Sets von abgeleiteten Datenstichproben und (D) dem einen oder mehreren der räumlich verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben, wobei die gewichtete Summe berechnet wird durch Benutzung nur von Add- und Bit-Shift-Operationen.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die gewichtete Summe mit einem Entflechtungsfilter korrespondiert, welches ein korrespondierendes Rekonstruktionsfilter hat, welches, wenn es auf die abgeleiteten Daten angewendet wird, die Eingangsdaten rekonstruiert.

8. Verfahren nach Anspruch 6, wobei jedes der Sets von abgeleiteten Datenstichproben mit einem der Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben korrespondiert derart, dass jede der abgeleiteten Datenstichproben aus jedem der Sets von abgeleiteten Datenstichproben mit einer oder aus den Eingangsdatenstichproben aus dem Set des korrespondierenden Subsets von Eingangsdatenstichproben korrespondiert; für jede der abgeleiteten Datenstichproben von je-

dem der Sets von abgeleiteten Datenstichproben schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende Eingangsdatenstichprobe in dem korrespondierenden Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben und (B) Datenstichproben, ausgewählt aus (i) Eingangsdatenstichproben, welche räumlich benachbart sind zu der korrespondierenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten und die in den Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben und dem einen oder mehreren der räumlich verschobenen Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben sind, und (ii) abgeleiteten Datenstichproben, die mit den Eingangsdatenstichproben korrespondieren, die räumlich benachbart sind zu der korrespondierenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten und die in den Sets von abgeleiteten Datenstichproben und dem einen oder mehreren der räumlich verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben sind.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei: die Eingangsdaten und die abgeleiteten Daten räumlich eindimensional sind mit einer vordefinierten räumlichen Dimension; die abgeleiteten Daten Hochfrequenzkomponentendaten und Niederfrequenzkomponentendaten umfassen, welche jeweils ein korrespondierendes Set aus den Sets von abgeleiteten Datenstichproben umfassen und mit einem der Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben korrespondieren; eines oder mehrere der räumlich verschobene Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben umfassen ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welches mit den Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert und räumlich in der vordefinierten räumlichen Dimension verschoben ist; eines oder mehrere der räumlich verschobene Sets der abgeleiteten Datenstichproben umfassen ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der Hochfrequenzkomponentendaten, welches in der vordefinierten räumlichen Dimension räumlich verschoben ist; für jede der abgeleiteten Datenstichproben aus dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der Hochfrequenzkomponentendaten schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende Eingangsdatenstichprobe in dem Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welche mit den Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert, und (B) Eingangsdatenstichproben, welche räumlich benachbart sind zu der korrespondierenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten und die in dem Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben und dem räumlich verschobenen Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben sind, welche mit den Niederfrequenzkomponentendaten korrespondieren; für jede der abgeleiteten Datenstichproben aus dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der Nieder-

frequenzkomponentendaten schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende Eingangsdatenstichprobe in dem Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welche mit den Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert, und (B) abgeleitete Datenstichproben, welche mit den Eingangsdatenstichproben korrespondieren, welche räumlich benachbart sind zu der korrespondierenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten und die in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben und dem räumlich verschobenen Set von abgeleiteten Datenstichproben der Hochfrequenzkomponentendaten sind;

10. Verfahren nach Anspruch 8, wobei:

die Eingangsdaten und die abgeleiteten Daten räumlich zweidimensional sind mit vertikaler und horizontaler Dimension;

die abgeleiteten Daten umfassen vertikale und horizontale Hochfrequenzkomponentendaten, vertikale Hochfrequenz- und horizontale Niederfrequenzkomponentendaten, vertikale Niederfrequenz- und horizontale Hochfrequenzkomponentendaten und vertikale und horizontale Niederfrequenzkomponentendaten, die jede ein korrespondierendes Set aus den Sets von abgeleiteten Datenstichproben umfassen und mit einem der Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben korrespondieren;

eines oder mehrere der räumlich verschobenen Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben umfassen ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welches mit den vertikalen Hochfrequenz- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert und räumlich in der horizontalen Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welches mit den vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert und räumlich in der vertikalen Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welches mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert und räumlich in der horizontalen Dimension verschoben ist, und ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welches mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert und räumlich verschoben ist sowohl in der vertikalen als auch in der horizontalen Dimension;

eines oder mehrere der räumlich verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben umfassen ein räumlich verschobenes Set aus abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten, das in der hori-

zontalen Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, welches in der vertikalen Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, welches in der vertikalen Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, welches in der horizontalen Dimension verschoben ist, und ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, welches sowohl in der vertikalen als auch in der horizontalen Dimension verschoben ist;

für jede der abgeleiteten Datenstichproben aus dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende Eingangsdatenstichprobe in dem Subset des Sets von Eingangsdatenstichproben, welches mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert, und (B) Eingangsdatenstichproben, welche vertikal und horizontal benachbart sind zu der Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten und die in den Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben und den räumlich verschobenen Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben sind, welche mit den vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten, den vertikalen Nieder und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten und den vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten korrespondieren;

für jede der abgeleiteten Datenstichproben aus dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (n) die korrespondierende Datenstichprobe in dem korrespondierenden Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welches mit den vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert, (B) Eingangsdatenstichproben, welche vertikal benachbart sind zu den korrespondierenden Eingangsdatenstichproben in den Eingangsdaten und die in dem Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben und den räumlich verschobenen Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben sind, welche mit den vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten korrespondieren, und (C) abgeleitete Datenstichproben, welche mit den Eingangsdatenstichproben korrespondierenden, welche horizontal benachbart sind zu der korrespondierenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten und die in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben und den räumlich verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen

Hochfrequenzkomponentendaten sind;
 für jede der abgeleiteten Datenstichproben aus dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende Eingangsdatenstichprobe in dem korrespondierenden Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welche mit den vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert, (B) benachbarte Eingangsdatenstichproben, welche horizontal benachbart sind zu der korrespondierenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten und die in dem Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben und den räumlich verschobenen Subsets aus dem Set von Eingangsdatenstichproben sind, welches mit den vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert, und (C) abgeleitete Datenstichproben, welche mit Eingangsdatenstichproben korrespondieren, die vertikal benachbart sind zu der korrespondierenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten und die in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben und dem räumlich verschobenen Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten sind;
 für jede der abgeleiteten Datenstichproben aus dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende Eingangsdatenstichprobe in dem Subset aus dem Set von Eingangsdatenstichproben, welches mit den vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert, und (B) abgeleitete Datenstichproben, welche mit den Eingangsdatenstichproben korrespondieren, die vertikal und horizontal benachbart sind zu der korrespondierenden Eingangsdatenstichprobe in den Eingangsdaten und die in den Sets von abgeleiteten Datenstichproben und den räumlich verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben der Vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, der vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten und der vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten sind.

11. Ein invers-wavelet-licher Transformationsgenerator zur Durchführung einer inversen wavelet-lichen Transformation von abgeleiteten Daten in rekonstruierte Daten, wobei die abgeleiteten Daten Sets von abgeleiteten Datenstichproben und die rekonstruierten Daten ein Set von rekonstruierten Datenstichproben umfassen, wobei der invers-wavelet-like Transformationsgenerator umfasst
 ein oder mehrere räumliche Schiebemodule (**182, 184, 186**), welche eines oder mehrere der Sets von abgeleiteten Datenstichproben in einer oder mehreren räumlichen Dimensionen räumlich verschieben, um ein oder mehrere räumlich verschobene Sets von

abgeleiteten Datenstichproben zu produzieren;
 ein oder mehrere räumliche Schiebemodule (**189, 194, 196**), welche ein oder mehrere der Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben in einer oder mehreren räumlichen Dimensionen räumlich verschieben, um ein oder mehrere räumlich verschobene Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben zu produzieren;
 für jedes der Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben ein Bit-Schiebe/Summierungsmodul (**188, 190, 192, 198**), welches jede aus den rekonstruierten Datenstichproben aus dem Subset des Sets von rekonstruierten Datenstichproben durch Berechnen einer gewichteten Summe aus einem vordefinierten Set von Datenstichproben produziert, die selektiert sind aus (A) den Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben, (B) einem oder mehreren der räumlich verschobenen Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben, (C) den Sets von abgeleiteten Datenstichproben, und (D) einem oder mehreren der räumlich verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben, wobei die gewichtete Summe berechnet wird unter Benutzung von ausschließlich Add- und Bit-Schiebeoperationen, und
 ein Interleaving-Modul (**200**), welches die Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben verflücht, um das Set von rekonstruierten Datenstichproben zu produzieren.

12. Der invers-wavelet-like Transformationsgenerator nach Anspruch 11, wobei die gewichtete Summe mit einem Rekonstruktionsfilter korrespondiert, welches ein korrespondierendes Ableitungsfilter hat, welches, wenn es auf die rekonstruierten Daten angewendet wird, die abgeleiteten Daten generiert.

13. Der invers-wavelet-like Transformationsgenerator nach Anspruch 11, wobei:
 jedes der Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben mit einem aus dem Sets von abgeleiteten Datenstichproben derart korrespondiert, dass jede der rekonstruierten Datenstichproben aus jedem der Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben mit der einen aus den abgeleiteten Datenstichproben aus dem korrespondierenden Set von abgeleiteten Datenstichproben korrespondiert;
 für jede der rekonstruierten Datenstichproben aus jedem der Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende abgeleitete Datenstichprobe in dem korrespondierenden Set von abgeleiteten Datenstichproben und (B) Datenstichproben, ausgewählt aus (i) abgeleiteten Datenstichproben, welche mit den rekonstruierten Datenstichproben korrespondieren, die räumlich benachbart sind zu der rekonstruierten Datenstichprobe in den rekonstruierten Daten und die in den Sets von abgeleiteten Datenstichproben und einem oder meh-

reren der räumlich verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben sind, und (ii) rekonstruierten Datenstichproben, die räumlich benachbart sind zu der rekonstruierten Datenstichprobe in den rekonstruierten Daten und die in den Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben und einem oder mehreren der räumlich verschobenen Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben sind.

14. Der invers-wavelet-like Transformationsgenerator nach Anspruch 13, wobei:
 die abgeleiteten Daten und die rekonstruierten Daten räumlich eindimensional sind mit einer vordefinierten räumlichen Dimension;
 die abgeleiteten Daten Hochfrequenzkomponentendaten und Niederfrequenzkomponentendaten umfassen, die jeweils ein korrespondierendes Set aus den Sets von abgeleiteten Datenstichproben umfassen und mit einem der Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben korrespondieren;
 ein oder mehrere der räumlich verschobenen Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben umfassen ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert und räumlich in der vordefinierten räumlichen Dimension verschoben ist;
 ein oder mehrere der verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben umfassen ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der Hochfrequenzkomponentendaten, das räumlich in der vordefinierten räumlichen Dimension verschoben ist,
 für jede der rekonstruierten Datenstichproben aus dem Subset des Sets von rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert, schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende abgeleitete Datenstichprobe in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der Hochfrequenzkomponentendaten und (B) rekonstruierte Datenstichproben, welche räumlich benachbart sind zu der rekonstruierten Datenstichprobe in den rekonstruierten Daten und die in dem Subset aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben und dem räumlich verschobenen Subset aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben sind, welches mit den Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert;
 für jede der rekonstruierten Datenstichproben aus dem Subset des Sets von rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert, schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende abgeleitete Datenstichprobe in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der Niederfrequenzkomponente und (B) abgeleitete Datenstichproben, welche mit den rekonstruierten Datenstichproben korrespondieren, die räumlich benachbart sind zu der rekonstruierten Datenstichprobe in den rekonstruier-

ten Daten und die in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben und dem verschobenen Set von abgeleiteten Datenstichproben der Hochfrequenzkomponentendaten sind.

15. Der invers-wavelet-like Transformationsgenerator nach Anspruch 13, wobei:
 die rekonstruierten Daten und die abgeleiteten Daten zweidimensional sind mit vertikaler und horizontaler Dimension;
 die abgeleiteten Daten umfassen vertikale und horizontale Hochfrequenzkomponentendaten, vertikale Hochfrequenz- und horizontale Niederfrequenzkomponentendaten, vertikale Niederfrequenz- und horizontale Hochfrequenzkomponentendaten und vertikale und horizontale Niederfrequenzkomponentendaten, die jeweils ein korrespondierendes Set aus den Sets von abgeleiteten Datenstichproben umfassen und mit einem der Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben korrespondieren;
 ein oder mehrere der verschobenen Subsets der rekonstruierten Datenstichproben umfassen ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert und in der horizontalen Dimension räumlich verschoben ist, ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert und räumlich in der vertikalen Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert und räumlich in der vertikalen Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert und räumlich in der horizontalen Dimension verschoben ist, und ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert und räumlich sowohl in der vertikalen als auch in der horizontalen Dimension verschoben ist;
 ein oder mehrere der räumlich verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben umfassen ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten, das räumlich in der horizontalen Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, welches räumlich in der vertikalen Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, welches räumlich in der

horizontalen Dimension verschoben ist, und ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, welches räumlich sowohl in der vertikalen als auch in der horizontalen Dimension verschoben ist;

für jede der rekonstruierten Datenstichproben aus dem Subset des Sets von rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert, schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende abgeleitete Datenstichprobe in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten und (B) abgeleitete Datenstichproben, welche mit der rekonstruierten Datenstichprobe korrespondieren, die vertikal und horizontal benachbart zu der rekonstruierten Datenstichprobe in den rekonstruierten Daten ist und die in den Sets von abgeleiteten Datenstichproben und den räumlich verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben ist, welche mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, den vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten und den vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondieren; für jede der rekonstruierten Datenstichproben aus dem Subset des Sets von rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert, schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben (A) ein die korrespondierende abgeleitete -Datenstichprobe in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, (B) abgeleitete Datenstichproben, welche mit den rekonstruierten Datenstichproben korrespondieren, die vertikal benachbart sind zu der rekonstruierten Datenstichprobe in den rekonstruierten Daten und die in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben und den räumlich verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten sind, und (C) rekonstruierte Datenstichproben, welche horizontal benachbart sind zu der rekonstruierten Datenstichprobe in den rekonstruierten Daten und die in den Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben und räumlich verschobene Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben sind, welche mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondieren;

für jede der rekonstruierten Datenstichproben aus dem Subset des Sets von rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert, schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende abgeleitete Datenstichprobe in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten, (B) abgeleitete

Datenstichproben, welche mit den rekonstruierten Datenstichproben korrespondieren, die horizontal benachbart sind zu den rekonstruierten Datenstichproben in den rekonstruierten Daten und die in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben und den räumlich verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten sind, und (C) rekonstruierte Datenstichproben, welche vertikal benachbart sind zu den rekonstruierten Datenstichproben in den rekonstruierten Daten und die in den Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben und den räumlich verschobene Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben sind, welche mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondieren;

für jede der rekonstruierten Datenstichproben aus dem Subset des Sets von rekonstruierten Datenstichproben, welche mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondieren, schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende abgeleitete Datenstichprobe in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten und (B) rekonstruierte Datenstichproben, welche vertikal und horizontal benachbart sind zu der rekonstruierten Datenstichprobe in den rekonstruierten Daten und die in den Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben und den räumlich verschobenen Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben sind, welche mit den vertikalen Hoch- und den horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten, den vertikalen Nieder und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten und den vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten korrespondieren.

16. Verfahren zum Durchführen einer inversen wavelet-likes Transformation von abgeleiteten Daten in rekonstruierte Daten, wobei die abgeleiteten Daten Sets von abgeleiteten Datenstichproben und die rekonstruierten Daten ein Set von rekonstruierten Datenstichproben umfassen, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

räumliches Verschieben von einem oder mehreren der Sets von abgeleiteten Datenstichproben in einer oder mehreren räumlichen Dimensionen, um ein oder mehrere räumlich verschobene Sets von abgeleiteten Datenstichproben zu erzeugen;

räumliches Verschieben von einem oder mehreren der Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben in einer oder mehreren räumlichen Dimensionen, um ein oder mehrere räumlich verschobene Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben zu erzeugen;

für jedes der Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben Erzeugen von jeder der rekonstruierten Datenstichproben aus dem Subset des Sets von rekonstruierten Datenstichproben durch Berechnen einer gewichteten Summe eines vordefinier-

ten Sets von Datenstichproben, ausgewählt aus (A) den Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben, (B) einem oder mehreren der räumlich verschobenen Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben, (C) den Sets von abgeleiteten Datenstichproben und (D) einem oder mehreren der räumlich verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben, wobei die gewichtete Summe berechnet wird allein unter Verwendung von Add- und Bit-Shift-Operationen; und
Verschränken der Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben, um das Set von rekonstruierten Datenstichproben zu erzeugen.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die gewichtete Summe mit einem Rekonstruktionsfilter korrespondiert, welches ein korrespondierendes Ableitungsfilter hat, welches, wenn es auf die rekonstruierten Daten angewendet wird, die abgeleiteten Daten erzeugt.

18. Verfahren nach Anspruch 16, wobei jedes der Subsets aus dem Set von rekonstruierten Daten mit einem der Sets von abgeleiteten Daten derart korrespondiert, dass jede der rekonstruierten Datenstichproben aus jedem der Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben mit einem der abgeleiteten Datenstichproben des korrespondierenden Sets von abgeleiteten Datenstichproben korrespondiert; für jede der rekonstruierten Datenstichproben aus jedem der Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende abgeleitete Datenstichprobe in dem korrespondierenden Set von abgeleiteten Datenstichproben und (B) Datenstichproben, ausgewählt aus (i) abgeleiteten Datenstichproben, die benachbart sind zu der korrespondierenden abgeleiteten Datenstichprobe in den abgeleiteten Daten und die in den Sets von abgeleiteten Datenstichproben und einem oder mehreren der verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben sind, und (ii) rekonstruierten Datenstichproben, die benachbart sind zu den rekonstruierten Datenstichproben in den rekonstruierten Daten und die in den Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben und einem oder mehreren der verschobenen Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben sind.

19. Verfahren nach Anspruch 18, wobei die abgeleiteten Daten räumlich eindimensional sind mit einer vordefinierten räumlichen Dimension; die abgeleiteten Daten umfassen Hochfrequenzkomponentendaten und Niederfrequenzkomponentendaten, die jeweils ein korrespondierendes Set aus den Sets von abgeleiteten Datenstichproben umfassen und mit einem der Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben korrespondieren; ein oder mehrere der räumlich verschobenen Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichpro-

ben umfassen ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert und räumlich in der vordefinierten räumlichen Dimension verschoben ist;

eines oder mehrere der verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben umfassen ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der Hochfrequenzkomponentendaten, welches in der vordefinierten räumlichen Dimension räumlich verschoben ist;

für jede der rekonstruierten Datenstichproben aus dem Subset des Sets von rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert, schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende abgeleitete Datenstichprobe in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der Hochfrequenzkomponentendaten, und (B) rekonstruierte Datenstichproben, welche räumlich benachbart sind zu der rekonstruierten Datenstichprobe in den rekonstruierten Daten und die in dem Subset aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben und dem räumlich verschobenen Subset aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben sind, welches mit den Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert;

für jede der rekonstruierten Datenstichproben aus dem Subset des Sets von rekonstruierten Datenstichproben, welches mit der Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert, schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende abgeleitete Datenstichprobe in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der Niederfrequenzkomponente, und (B) abgeleitete Datenstichproben, die mit den rekonstruierten Datenstichproben korrespondieren, die räumlich benachbart sind zu den rekonstruierten Datenstichproben in den rekonstruierten Daten und die in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben und dem verschobenen Set von abgeleiteten Datenstichproben der Hochfrequenzkomponentendaten sind;

20. Verfahren nach Anspruch 18, wobei die rekonstruierten Daten und die abgeleiteten Daten zweidimensional mit vertikaler und horizontaler Dimension sind;

die abgeleiteten Daten umfassen vertikale und horizontale Hochfrequenzkomponentendaten, vertikale Hochfrequenz- und horizontale Niederfrequenzkomponentendaten, vertikale Niederfrequenz- und horizontale Hochfrequenzkomponentendaten und vertikale und horizontale Niederfrequenzkomponentendaten, die jeweils ein korrespondierendes Set aus den Sets von abgeleiteten Datenstichproben umfassen und mit einem der Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben korrespondieren; ein oder mehrere der verschobenen Subsets der rekonstruierten Datenstichproben umfassen ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set der rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den vertika-

len Hoch – und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert und räumlich in der horizontalen Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von der rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert und räumlich in der vertikalen Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von der rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert und räumlich in der horizontalen Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von der rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert und räumlich in der vertikalen Dimension verschoben ist, und ein räumlich verschobenes Subset aus dem Set von der rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert und räumlich sowohl in der vertikalen als auch in der horizontalen Dimension verschoben ist;

ein oder mehrere der räumlich verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben umfassen ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten, das räumlich in der horizontalen Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, welches räumlich in der vertikalen Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, welches räumlich in der vertikalen Dimension verschoben ist, ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, welches räumlich in der horizontalen Dimension verschoben ist, und ein räumlich verschobenes Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, welches räumlich sowohl in der vertikalen als auch in der horizontalen Dimension verschoben ist;

für jede der rekonstruierten Datenstichproben aus dem Subset des Sets von rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten korrespondiert, schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende abgeleitete Datenstichprobe in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten, und (B) abgeleitete Datenstichproben, welche mit den rekonstruierten Datenstichproben korrespondieren, die vertikal und horizontal benachbart sind zu der rekonstruierten Datenstichprobe in den rekonstruierten Daten und die in den Sets von abgeleiteten Datenstichproben und den

räumlich verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben sind, welche mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, den vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten und den vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondieren;

für jede der rekonstruierten Datenstichproben aus dem Subset des Sets von rekonstruierten Datenstichproben, welches mit den vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondiert, schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende abgeleitete Datenstichprobe in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, (B) abgeleitete Datenstichproben, welche mit den rekonstruierten Datenstichproben korrespondieren, die vertikal benachbart sind zu der rekonstruierten Datenstichprobe in den rekonstruierten Daten und die in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben und den räumlich verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten sind, und (C) rekonstruierte Datenstichproben, die horizontal benachbart sind zu den rekonstruierten Datenstichproben in den rekonstruierten Daten und die in den Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben und den räumlich verschobenen Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben sind, welche mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondieren;

für jede der rekonstruierten Datenstichproben aus dem Subset des Sets von rekonstruierten Datenstichproben, die mit den vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten korrespondieren, schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende abgeleitete Datenstichprobe in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten, (B) abgeleitete Datenstichproben, welche mit den rekonstruierten Datenstichproben korrespondieren, die horizontal benachbart sind zu den rekonstruierten Datenstichproben in den rekonstruierten Daten und die in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben und den räumlich verschobenen Sets von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten sind, und (C) rekonstruierte Datenstichproben, die vertikal benachbart sind zu der rekonstruierten Datenstichprobe in den rekonstruierten Daten und die in den Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben und den räumlich verschobenen Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben sind, welche mit den vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten korrespondieren;

für jede der rekonstruierten Datenstichproben aus dem Subset des Sets von rekonstruierten Datenstichproben, die mit den vertikalen und horizontalen

Hochfrequenzkomponentendaten korrespondieren, schließt das vordefinierte Set von Datenstichproben ein (A) die korrespondierende abgeleitete Datenstichprobe in dem Set von abgeleiteten Datenstichproben der vertikalen und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten, und (B) rekonstruierte Datenstichproben, welche vertikal und horizontal benachbart sind zu den rekonstruierten Datenstichproben in den rekonstruierten Daten und die in den Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben und den räumlich verschobenen Subsets aus dem Set von rekonstruierten Datenstichproben sind, die mit den vertikalen Hoch- und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten, den vertikalen Nieder- und horizontalen Hochfrequenzkomponentendaten und den vertikalen und horizontalen Niederfrequenzkomponentendaten korrespondieren.

Es folgen 14 Blatt Zeichnungen

100

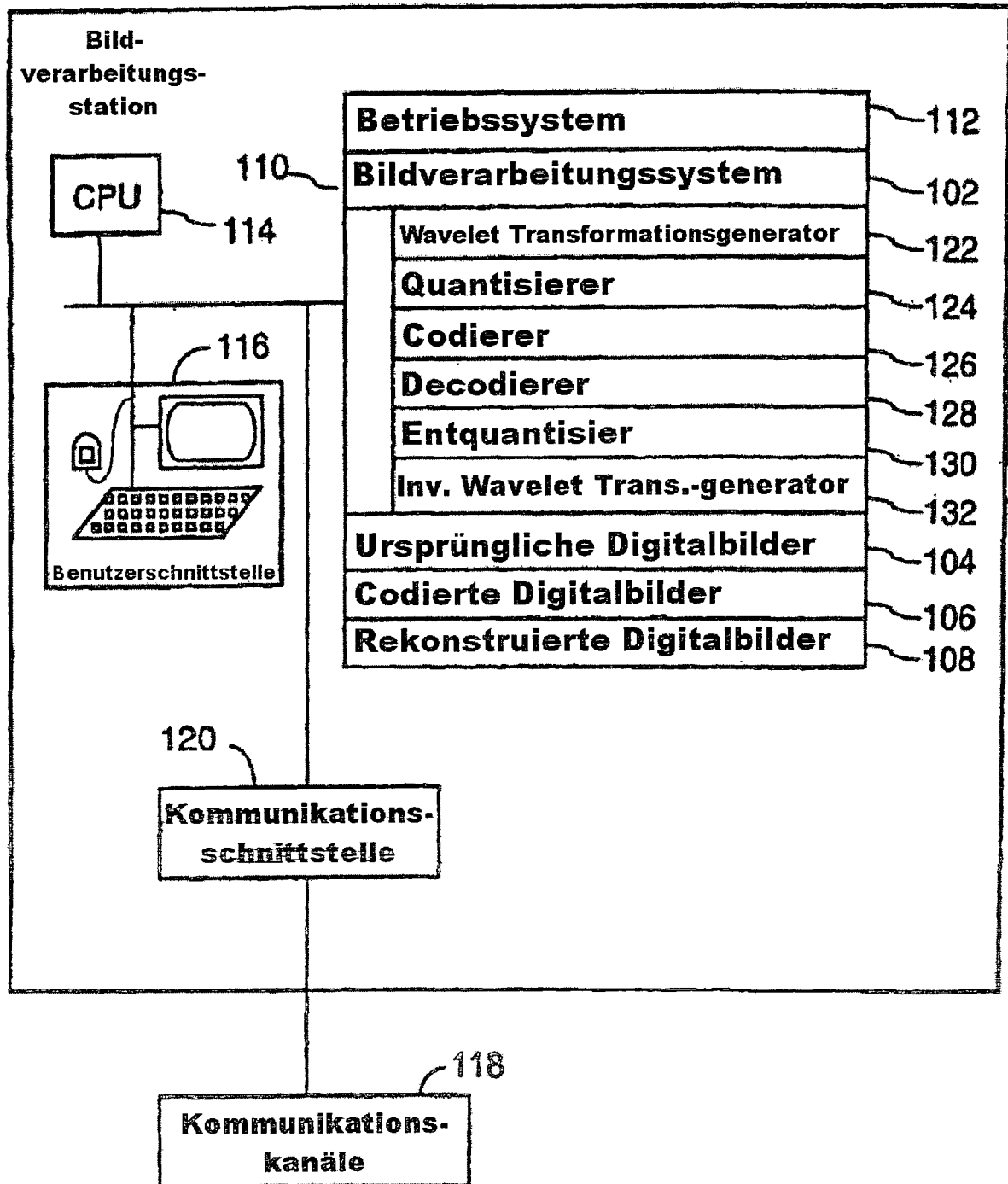


FIG. 1

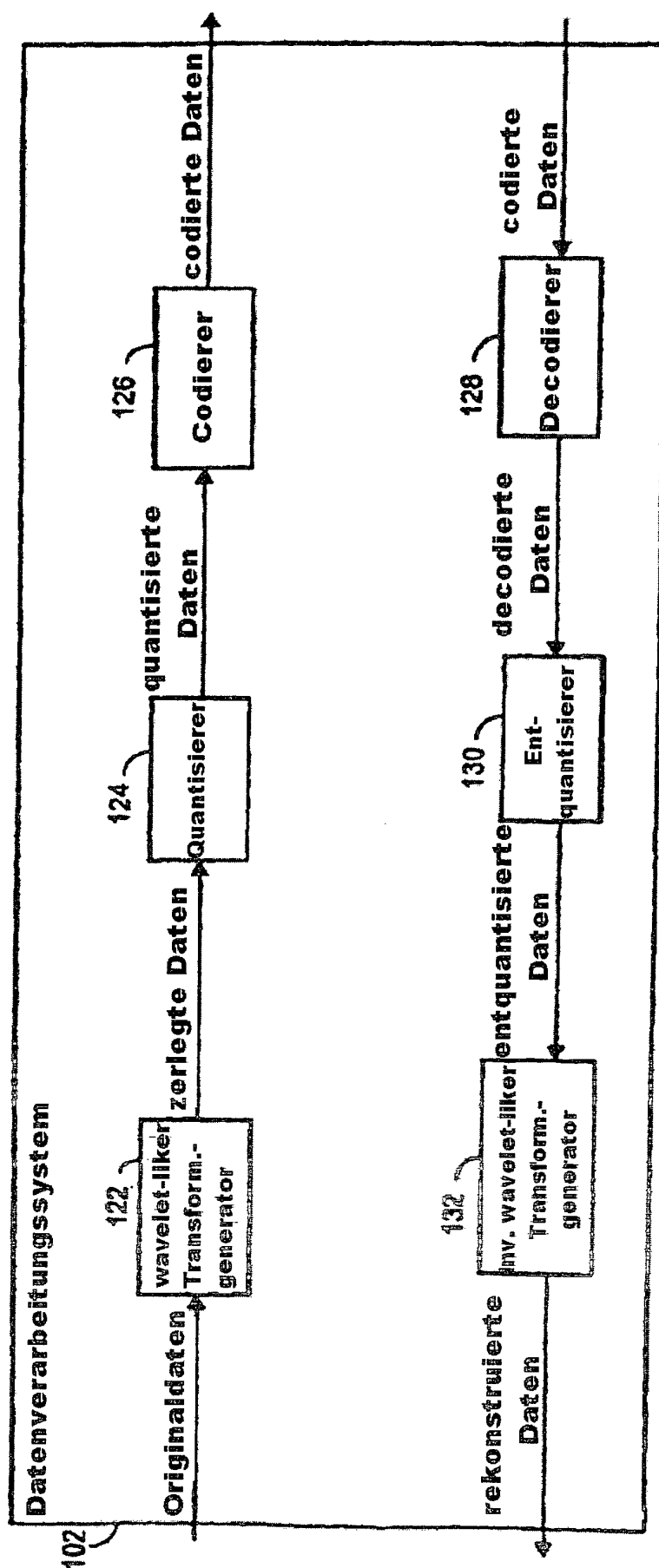


FIG. 2

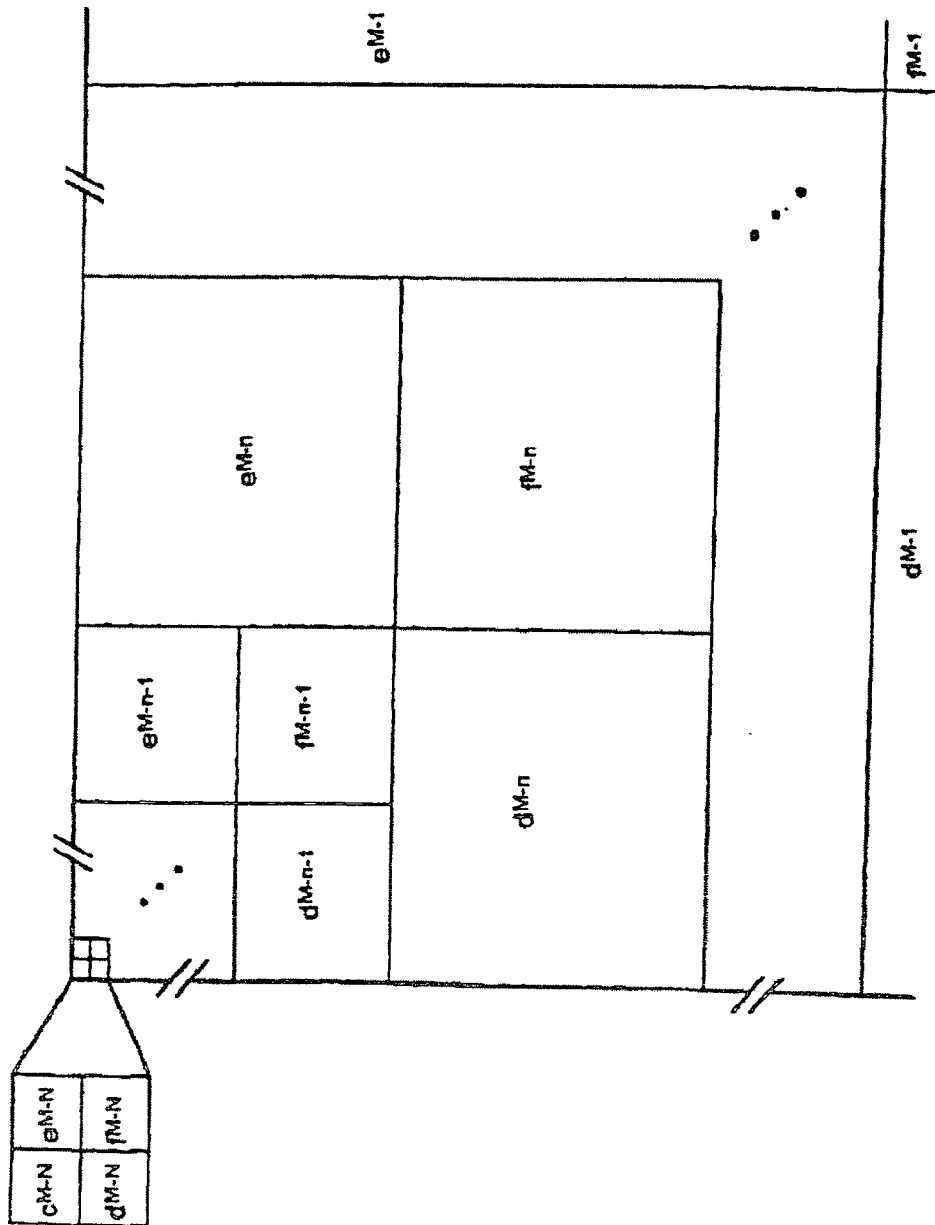
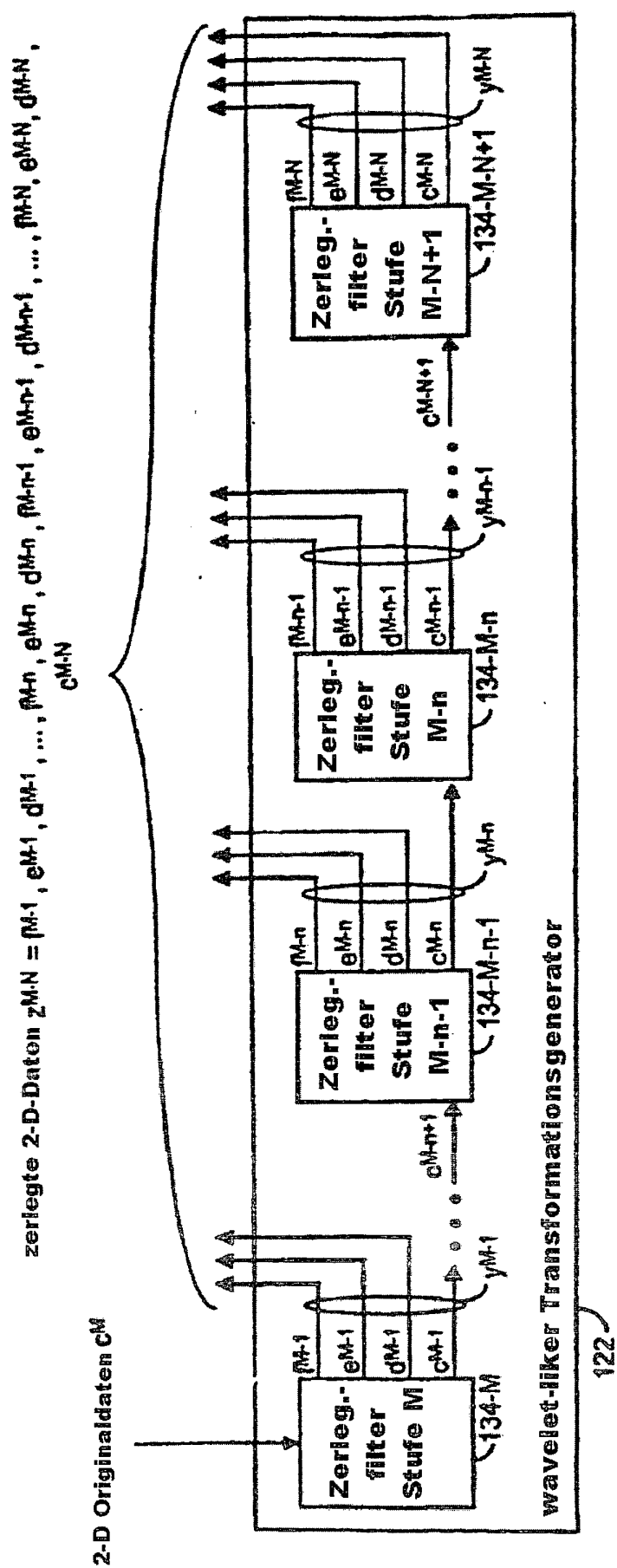
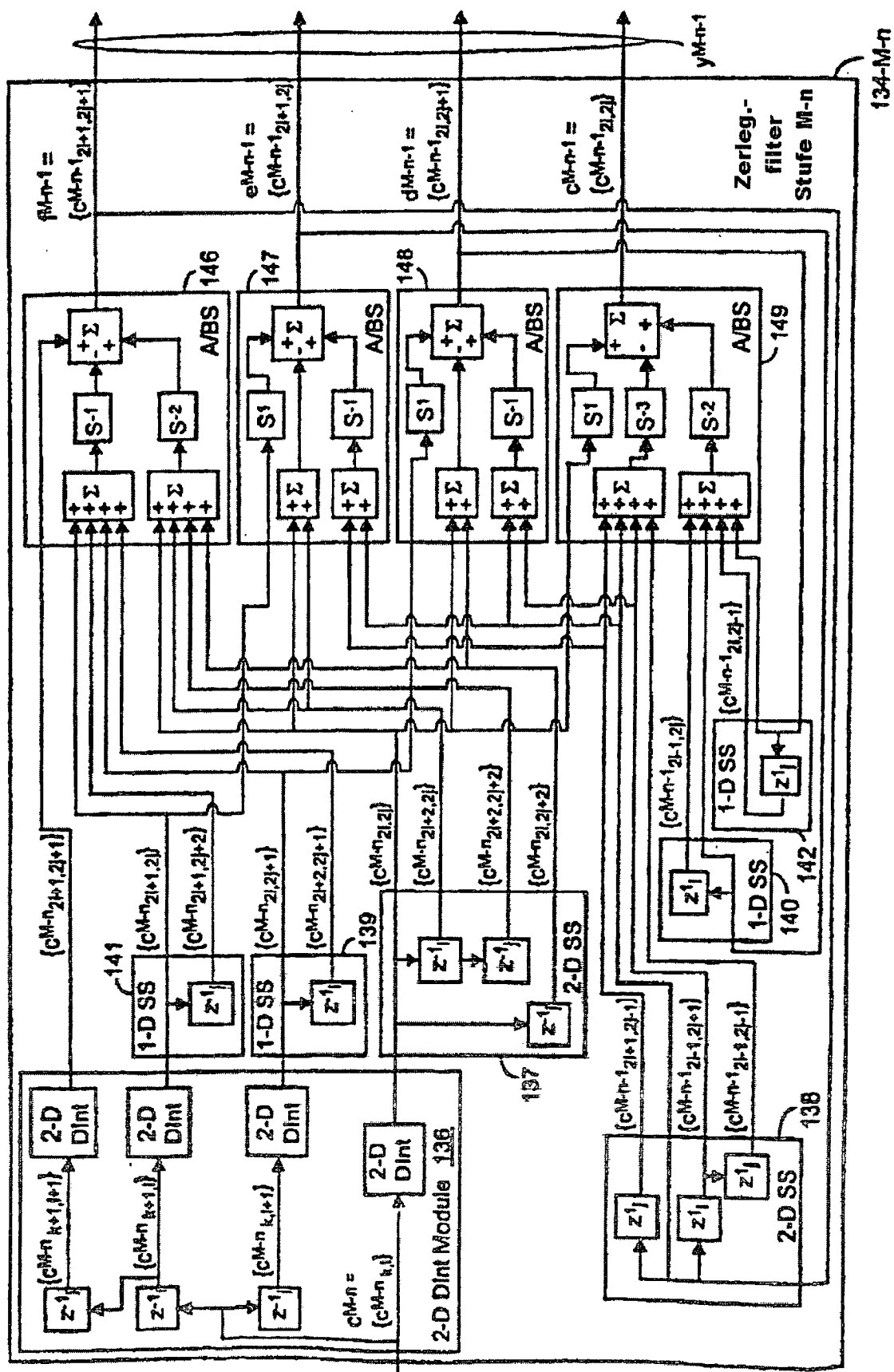


Fig. 3

**FILE**




 NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
 U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

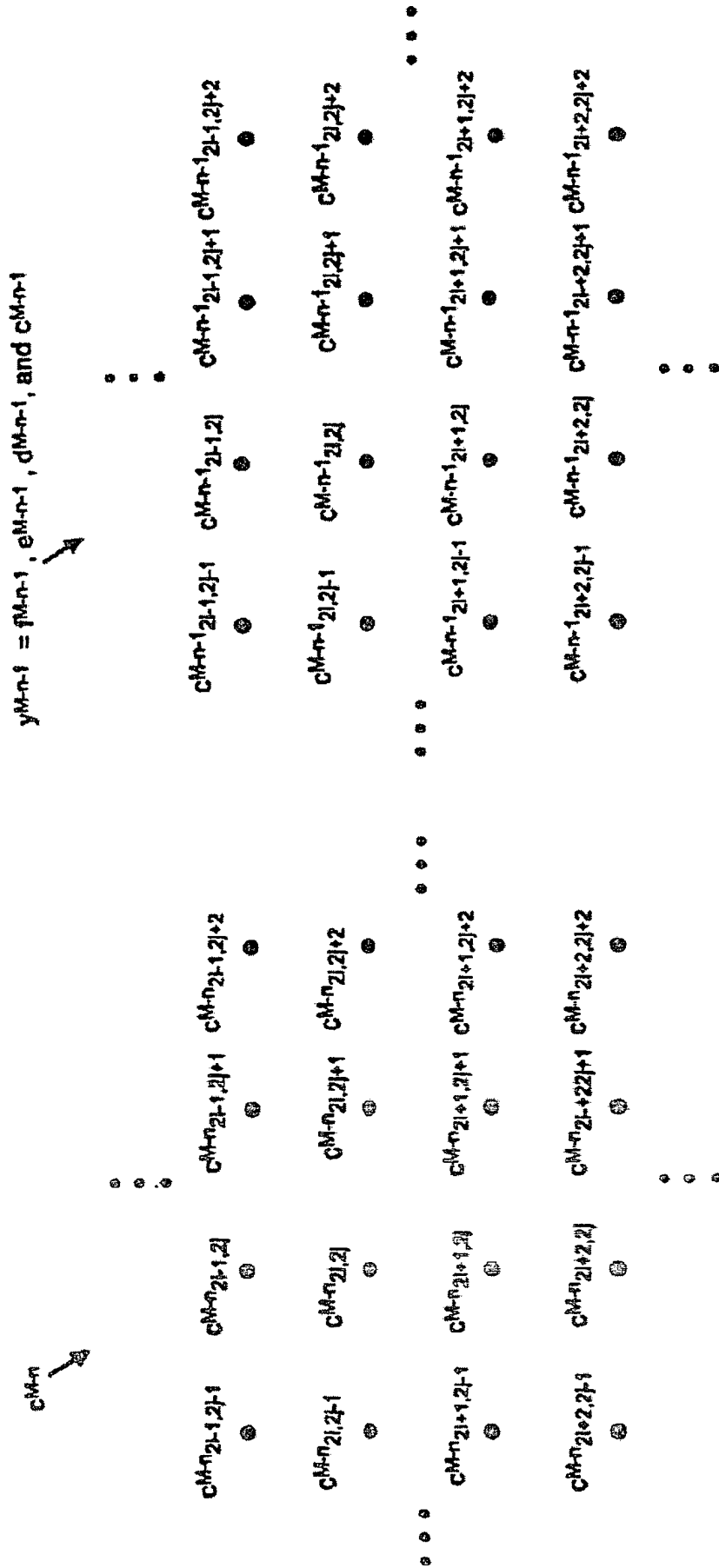
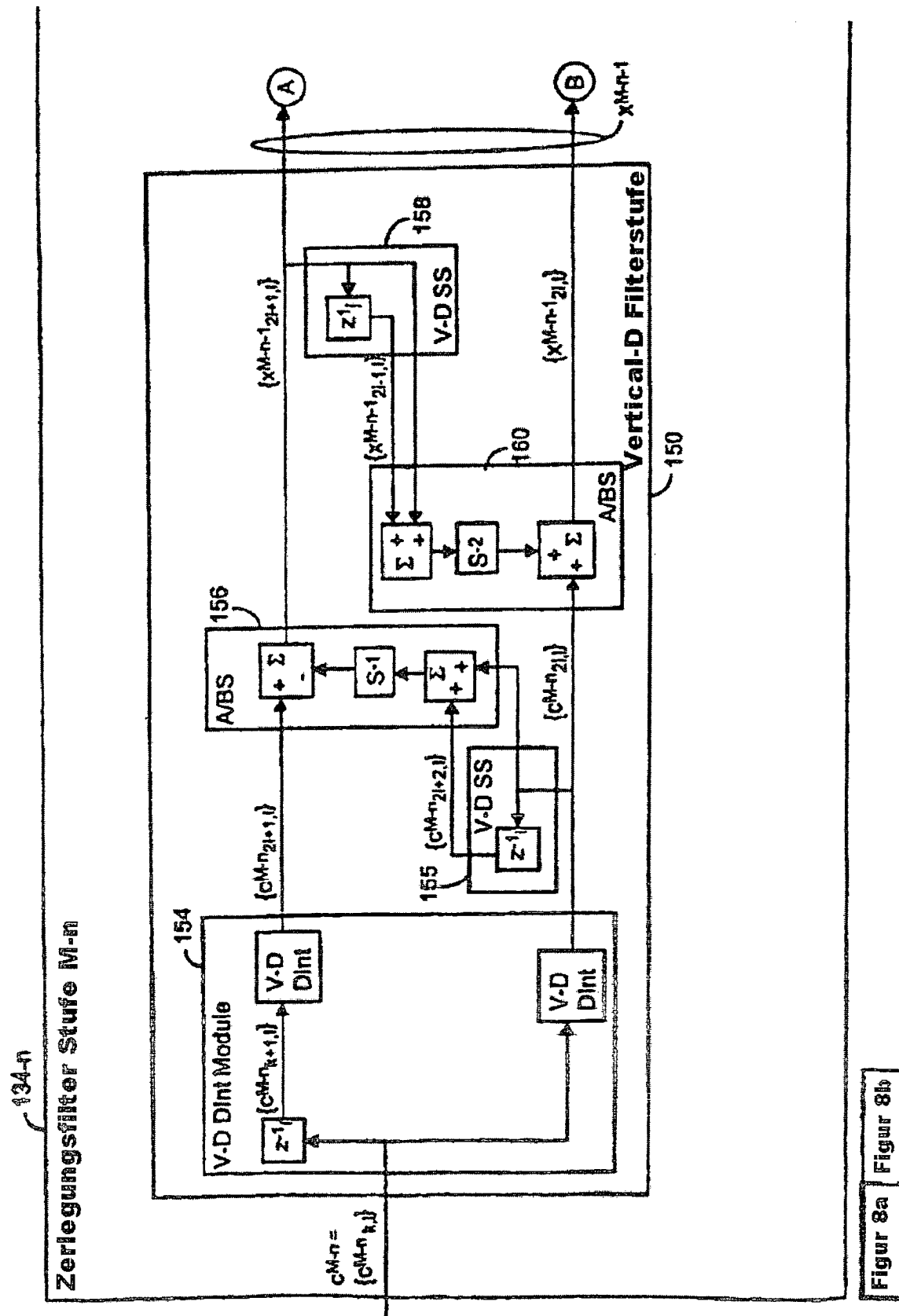
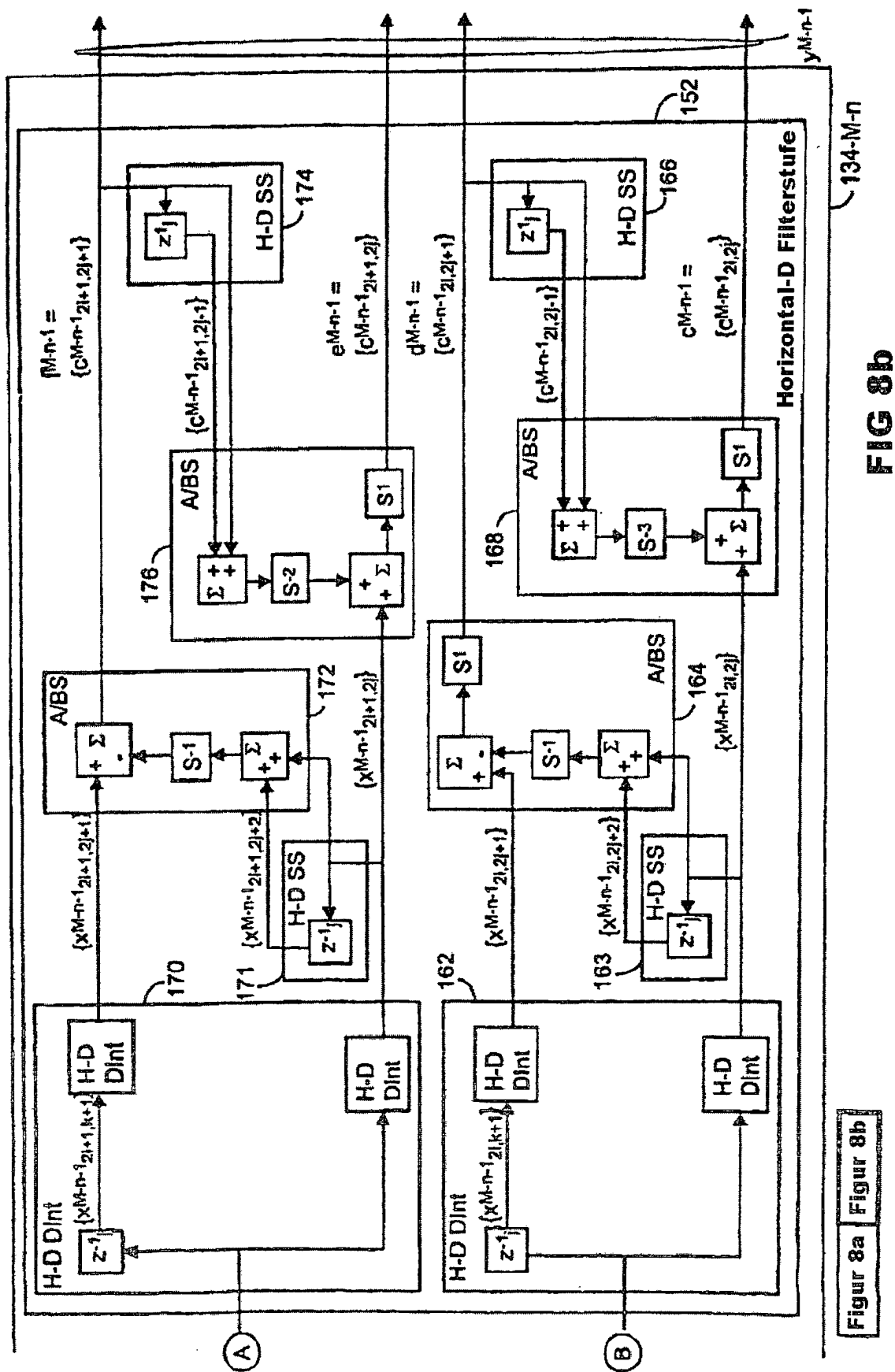


FIG. 6

FIG. 7





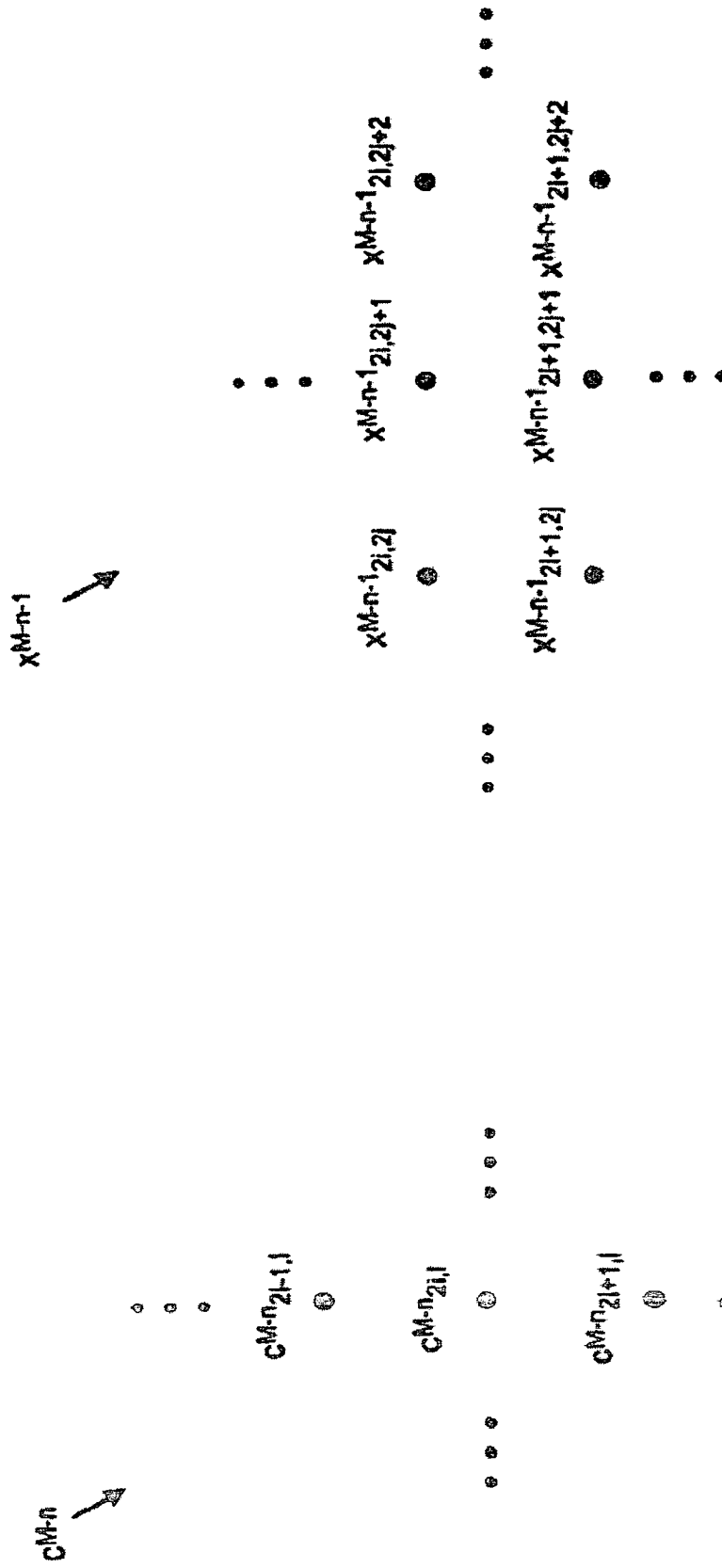


FIG. 10

FIG. 9

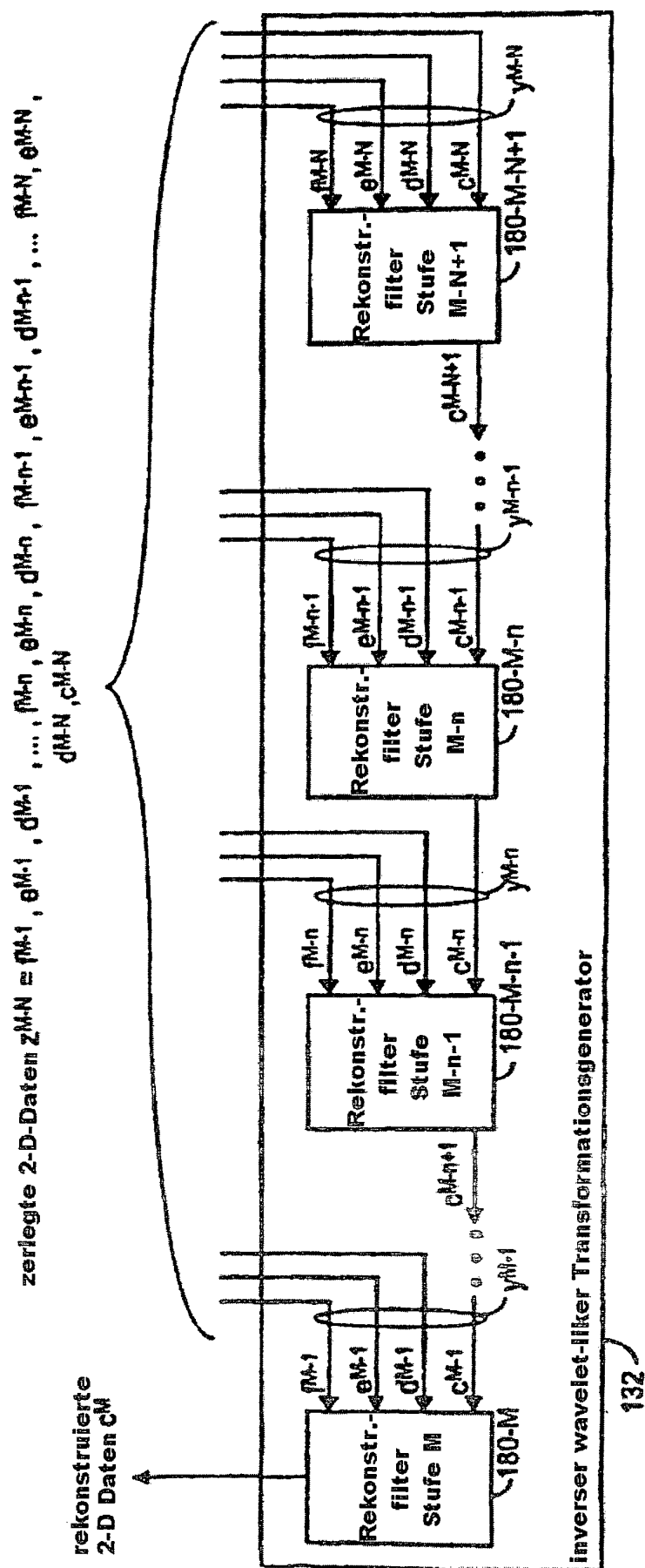
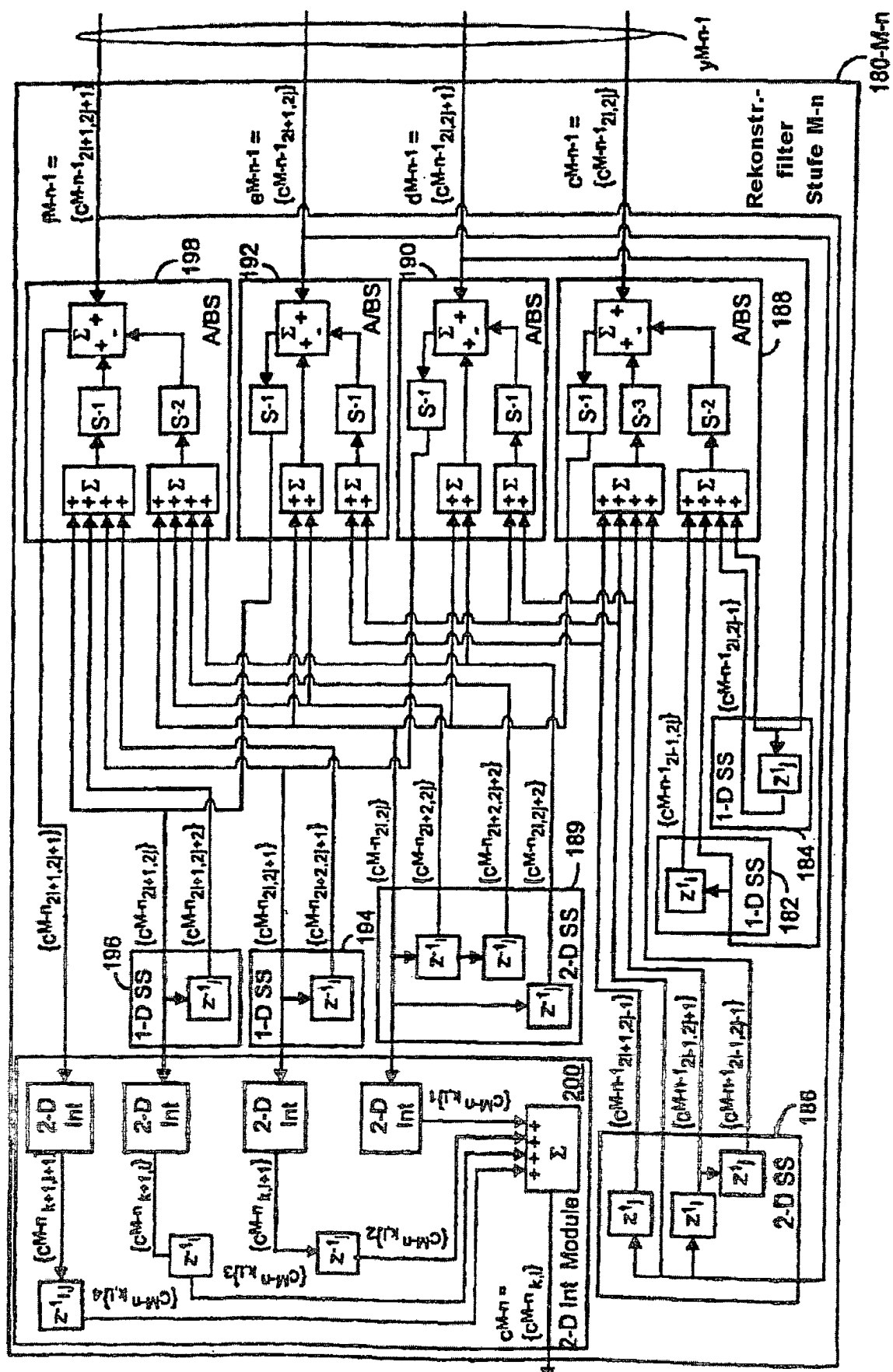
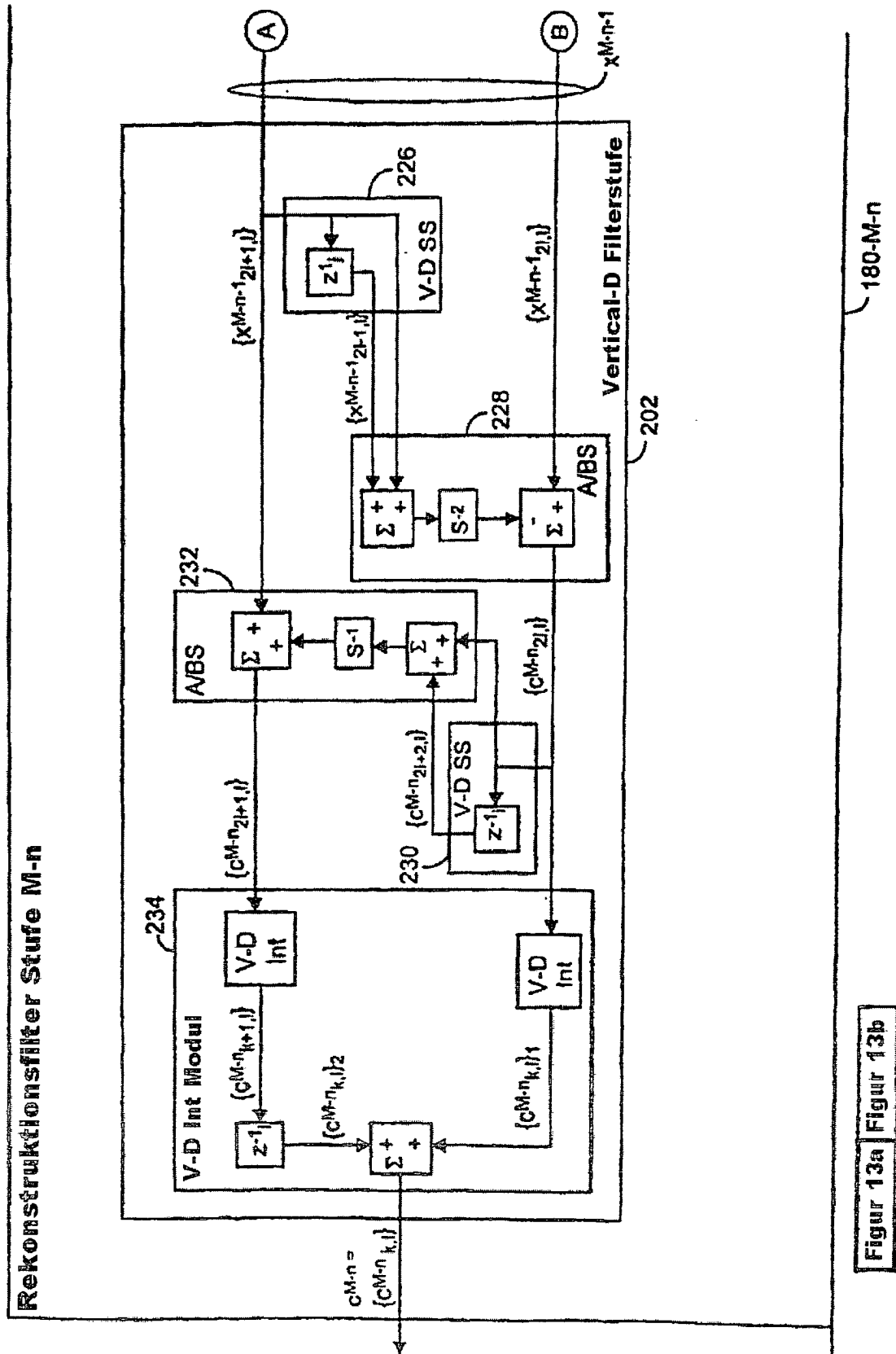


FIG.



21 GLE



Figur 13a | Figur 13b

FIG. 13a

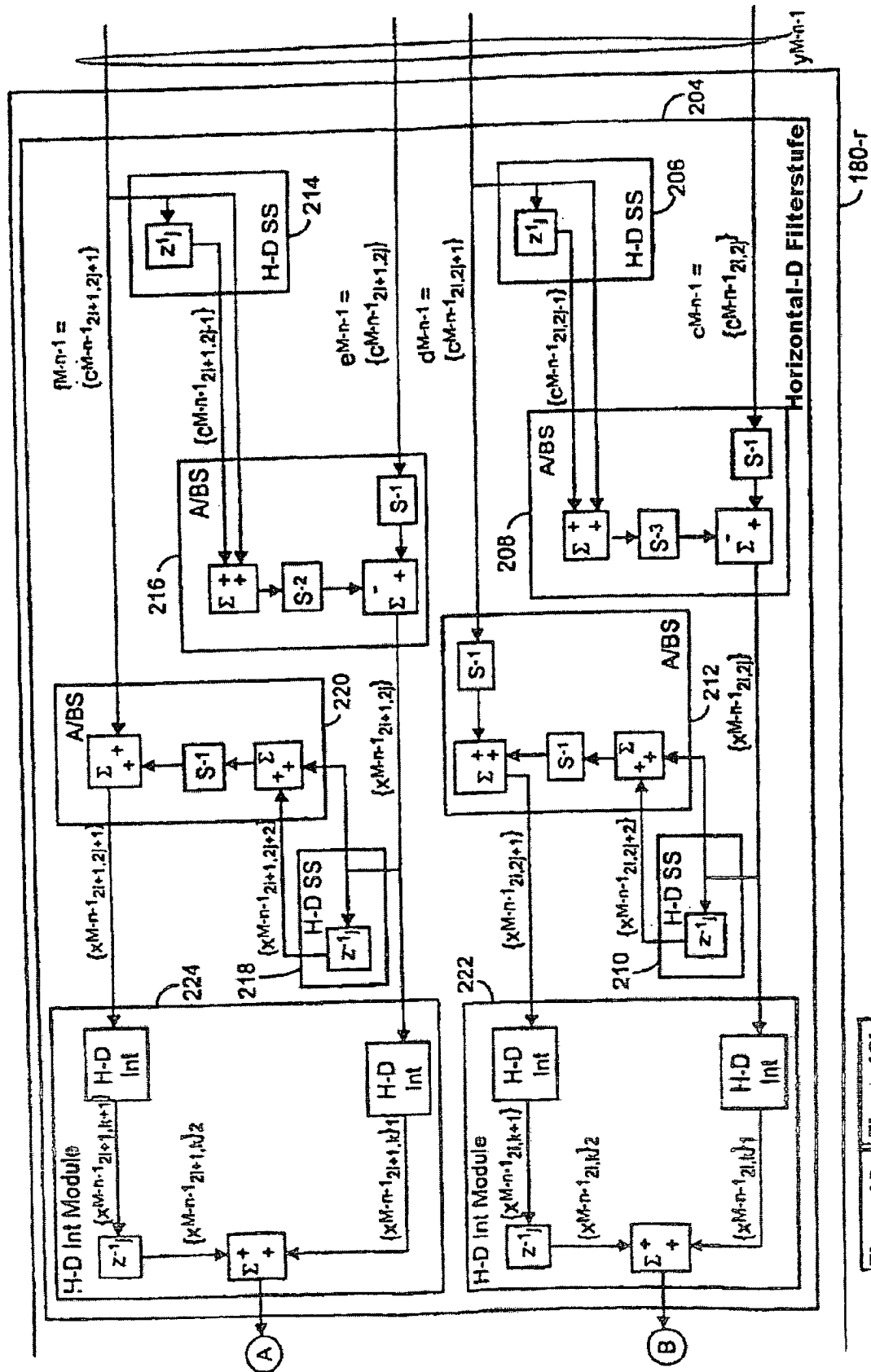


FIG. 13b

Figure 13a Figure 13b

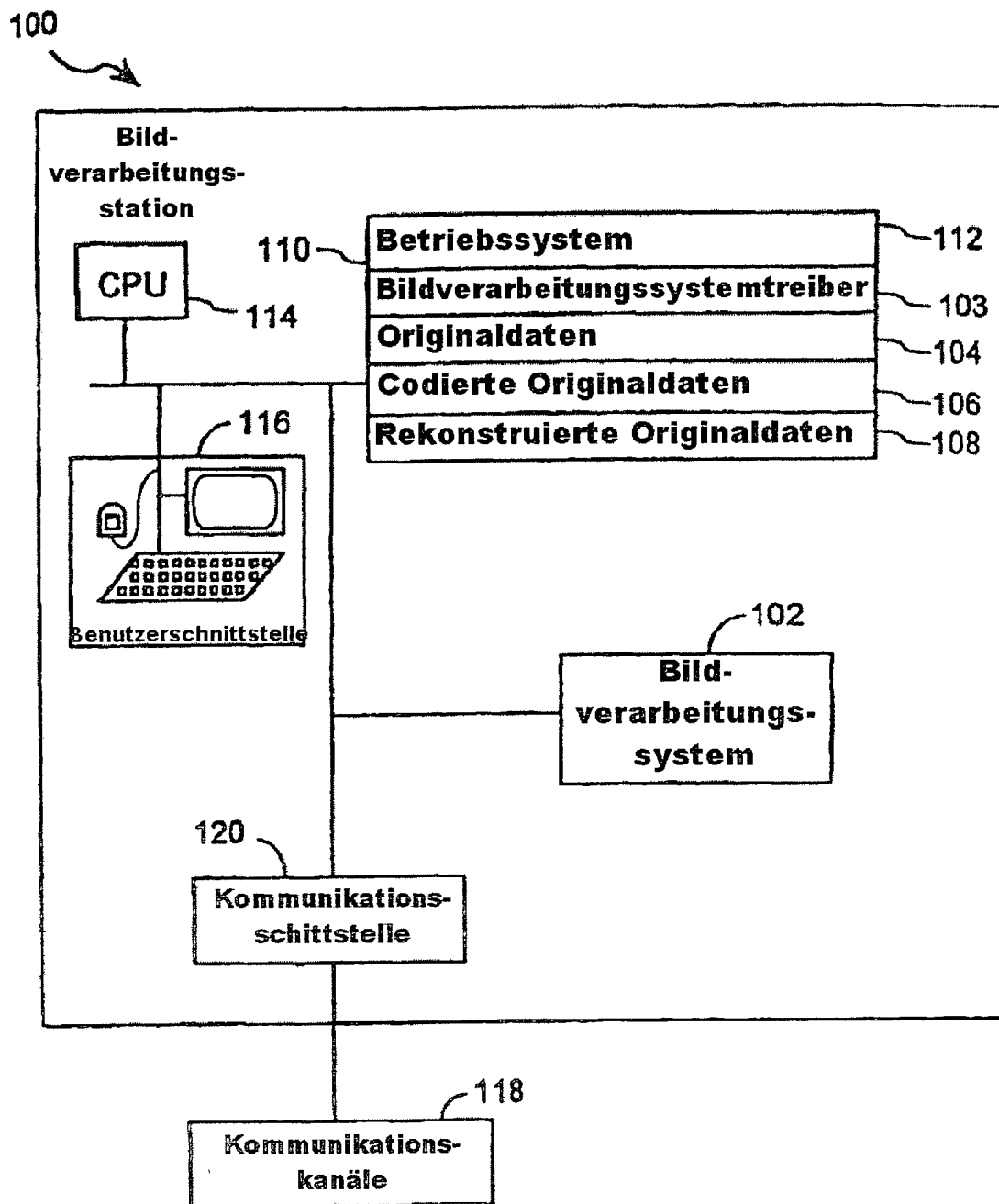


FIG. 14