



(11) **EP 1 800 517 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.08.2008 Patentblatt 2008/33

(51) Int Cl.:
H04S 3/00 (2006.01) **H04R 1/40** (2006.01)
H04R 3/12 (2006.01) **H04R 27/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05801889.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/012057

(22) Anmeldetag: **10.11.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/058602 (08.06.2006 Gazette 2006/23)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ANSTEUERUNG EINER BESCHALLUNGSANLAGE UND
BESCHALLUNGSANLAGE**

DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING A PUBLIC ADDRESS SYSTEM, AND A
CORRESPONDING PUBLIC ADDRESS SYSTEM

DISPOSITIF ET PROCEDE DE COMMANDE D'UNE INSTALLATION DE SONORISATION ET
INSTALLATION DE SONORISATION CORRESPONDANTE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB LI

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-20/04047485

(30) Priorität: **29.11.2004 DE 102004057500**

- **RABENSTEIN ET AL: "Raumklangwiedergabe und der MPEG-4 Standard: Das CARROUSO-Projekt" 22. TONMEISTERTAGUNG (VDT INTERNATIONAL AUDIO CONVENTION), 25. November 2002 (2002-11-25), XP002318292 Hannover**
- **SPORS S ET AL: "High-Quality Acoustic Rendering with Wave Field Synthesis" VISION, MODELING, AND VISUALIZATION 2002, 20. November 2002 (2002-11-20), XP002306015**
- **THEILE G ET AL: "Wellenfeldsynthese, NEUE MOEGlichkeiten DER RAEUMLICHEN TONAUFNAHME UND -WIEDERGABE" FKT FERNSEH UND KINOTECHNIK, FACHVERLAG SCHIELE & SCHON GMBH., BERLIN, DE, Bd. 57, Nr. 4, April 2003 (2003-04), Seiten 735-739, XP002260015 ISSN: 1430-9947**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.06.2007 Patentblatt 2007/26

(73) Patentinhaber: **Fraunhofer-Gesellschaft zur
Förderung der
angewandten Forschung e.V.
80686 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **RODIGAST, René
07639 Tautenhain (DE)**
• **STRAUSS, Michael
98693 Ilmenau (DE)**

(74) Vertreter: **Zinkler, Franz et al
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler
Patentanwälte
Postfach 246
82043 Pullach bei München (DE)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 800 517 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Audiowiedergabesysteme und insbesondere auf Beschallungsanlagen zur Versorgung von vergleichsweise großen Wiedergaberäumen mit Schall.

[0002] Typische Beschallungsanlagen zum Versorgen einer relativ großen Umgebung, wie beispielsweise in einem Konferenzraum einerseits oder einer Konzertbühne in einer Halle oder sogar unter freiem Himmel andererseits leiden alle unter der Problematik, dass auf Grund der üblicherweise verwendeten geringen Anzahl von Lautsprecherkanälen eine ortgetreue Wiedergabe der Schallquellen ohnehin ausscheidet. Doch auch dann, wenn ein Links-Kanal und ein Rechts-Kanal zusätzlich zum Monokanal verwendet werden, hat man immer die Problematik des Pegels. So müssen natürlich die hinteren Plätze, also die Plätze, die weit entfernt von der Bühne sind, genauso mit Schall versorgt werden, wie die Plätze, die nah an der Bühne sind. Wenn z. B. nur vorne am Zuhörerraum oder an den Seiten des Zuhörerraums Lautsprecher angeordnet sind, so ist inhärent problematisch, dass Personen, die nahe am Lautsprecher sitzen, den Lautsprecher als übertrieben laut wahrnehmen, damit die Personen ganz hinten noch etwas hören. Anders ausgedrückt werden auf Grund der Tatsache, dass einzelne Versorgungslautsprecher in einem solchen Beschallungsszenario als Punktquellen wahrgenommen werden, immer Personen vorhanden sein, die sagen, dass es zu laut ist, während die anderen Personen sagen, dass es zu leise ist. Die Personen, denen es normalerweise immer zu laut ist, sind die Personen sehr nahe an den punktquellenartigen Lautsprechern, während die Personen, denen es zu leise ist, sehr weit entfernt von den Lautsprechern sitzen werden.

[0003] Um dieser Problematik wenigstens etwas aus dem Weg zu gehen, wird daher versucht, die Lautsprecher höher anzuordnen, also über den Personen, die nahe an den Lautsprechern sitzen, so dass sie wenigstens nicht den kompletten Schall voll mitbekommen, sondern dass sich eine beträchtliche Menge des Schalls des Lautsprechers über den Köpfen der Zuschauer ausbreitet und damit einerseits von den Zuschauern vorne nicht wahrgenommen wird und andererseits dennoch für die Zuschauer weiter hinten einen ausreichenden Pegel liefert.

[0004] Andere Möglichkeiten bestehen darin, dass man, um die Personen in den vorderen Reihen, also nahe an den Lautsprechern, nicht überzubelasten, einen geringen Pegel fährt, so dass natürlich dann, weiter hinten im Raum, die Gefahr besteht, dass alles wieder zu leise ist.

[0005] Bezüglich der Richtungswahrnehmung ist die ganze Sache noch problematischer. So erlaubt ein einziger Monolautsprecher beispielsweise in einem Konferenzsaal keine Richtungswahrnehmung. Er erlaubt nur dann eine Richtungswahrnehmung, wenn der Ort des Lautsprechers der Richtung entspricht. Dies liegt inhärent an der Tatsache, dass es nur einen einzigen Laut-

sprecherkanal gibt. Selbst wenn jedoch zwei Stereokanäle vorhanden sind, kann man höchstens zwischen dem linken und dem rechten Kanal hin- und herblicken, also gewissermaßen ein Panning machen. Dies mag von Vorteil sein, wenn es nur eine einzige Quelle gibt. Gibt es jedoch mehrere Quellen, so ist die Lokalisation, die ohnehin bei zwei Stereokanälen nur grob möglich ist, komplett unmöglich. Man hat zwar auch bei Stereo eine Richtungswahrnehmung, jedoch nur im Sweet-Spot. Bei mehreren Quellen wird insbesondere bei steigender Quellenzahl dieser Richtungseindruck immer mehr verwaschen.

[0006] In anderen Szenarien sind die Lautsprecher in solchen mittleren bis großen Auditorien, die mit Stereo- oder Mono-Mischungen versorgt werden, über den Zuhörern angeordnet, so dass sie ohnehin keine Richtungsinformationen der Quelle wiedergeben können.

[0007] Obgleich sich die Schallquelle, also z. B. ein Sprecher oder ein Theaterspieler auf der Bühne befindet, wird er aus den seitlichen oder mittig angeordneten Lautsprechern wahrgenommen. Auf eine natürliche Richtungswahrnehmung wird hier bisher nach wie vor verzichtet. Man ist bereits zufrieden, wenn es für die hinteren Zuschauer noch ausreichend laut ist, und wenn es für die vorderen Zuschauer nicht unerträglich laut ist.

[0008] So zeigt der Aufsatz "Raumklangwiedergabe und der MPEG-4 Standard: Das CARROUSO-Projekt" von R. Rabenstein et al. (VDT International Audio Convention, Hannover, 22.-25.11.2002) u.a die Struktur des CARROUSO Systems mit den Blöcken Aufnahme, Übertragung und Wiedergabe sowie in Abbildung 2 die Anordnung des Aufnahme- und Wiedergabesystems mit einem Wellenfeldsynthese-System.

[0009] Bei bestimmten Szenarien wird auch mit so genannten "Stützlautsprechern" gearbeitet, die in der Nähe einer Schallquelle positioniert sind. Damit wird versucht, die natürliche Gehör-Ortung wieder herzustellen. Diese Stützlautsprecher werden normalerweise ohne Verzögerung angesteuert, während die Stereobeschallung über die Versorgungslautsprecher verzögert ist, so dass der Stützlautsprecher zuerst wahrgenommen wird und somit nach dem Gesetz der ersten Wellenfront eine Lokalisation möglich wird. Auch Stützlautsprecher haben jedoch die Problematik, dass sie als Punktquelle wahrgenommen werden. Dies führt zum einen dazu, dass sich eine Differenz zur tatsächlichen Position des Schallemiters ergibt und dass ferner die Gefahr besteht, dass für die vorderen Zuschauer wieder alles zu laut ist, während für die hinteren Zuschauer alles zu leise ist.

[0010] Andererseits erlauben Stützlautsprecher nur dann eine reale Richtungswahrnehmung, wenn sich die Schallquelle, also z. B. ein Sprecher unmittelbar in der Nähe des Stützlautsprechers befindet. Dies würde dann funktionieren, wenn ein Stützlautsprecher im Rednerpult eingebaut ist, und ein Redner immer am Rednerpult steht, und in diesem Wiedergaberaum es ausgeschlossen ist, dass einmal jemand neben dem Rednerpult steht und etwas für die Zuhörerschaft wiedergibt.

[0011] So stellt sich bei einer lokalen Differenz zwischen Stützlautsprecher und Schallquelle beim Hörer ein Winkelfehler in der Richtungswahrnehmung ein, der insbesondere für Zuhörer, die Stützlautsprecher vielleicht nicht gewohnt sind, sondern eine Stereowiedergabe gewohnt sind, zur weiteren Verunsicherung führt. Es hat sich herausgestellt, dass insbesondere dann, wenn man mit dem Gesetz der ersten Wellenfront arbeitet und einen Stützlautsprecher verwendet, es besser ist, den Stützlautsprecher zu deaktivieren, wenn sich die reale Schallquelle, also der Sprecher z. B. zu weit vom Stützlautsprecher entfernt hat. Anders ausgedrückt ist dieser Punkt mit der Problematik verwandt, dass der Stützlautsprecher nicht bewegt werden kann, so dass, um nicht die oben bezeichnete Verunsicherung bei der Zuhörerschaft zu erzeugen, der Stützlautsprecher ganz deaktiviert wird, wenn sich der Sprecher zu weit vom Stützlautsprecher entfernt hat.

[0012] Wie es bereits ausgeführt worden ist, werden bei Stützlautsprechern üblicherweise konventionelle Lautsprecher eingesetzt, die wiederum die akustischen Eigenschaften einer Punktquelle - genau so wie die Versorgungslautsprecher - aufweisen, wodurch sich in unmittelbarer Nähe der Systeme ein überhöhter oft als unangenehm empfundener Pegel ergibt.

[0013] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein angenehmes und genaues Beschallungskonzept zu schaffen.

[0014] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zur Ansteuerung einer Beschallungsanlage gemäß Patentanspruch 1, ein Verfahren zur Ansteuerung einer Beschallungsanlage gemäß Patentanspruch 9, eine Beschallungsanlage gemäß Patentanspruch 10 und ein Computer-Programm gemäß Patentanspruch 16 gelöst.

[0015] Die vorliegende Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass ein Wellenfeldsynthese-Lautsprecher-Array in eine typischerweise schon vorhandene Beschallungsanlage integriert wird, um die Probleme bezüglich der hohen Schallpegelunterschiede im Zuhörerraum sowie der mangelnden Richtungswahrnehmung oder der falschen Richtungswahrnehmung zu eliminieren.

[0016] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Ansteuern einer Beschallungsanlage mit Lautsprechersignalen, wobei die Beschallungsanlage ein Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray sowie einen oder mehrere Versorgungslautsprecher aufweist, hat einen Audioeingang zum Erhalten des Audiosignals von wenigstens einer Schallquelle, einen Positionseingang zum Erhalten einer Information über eine Position der Schallquelle, eine Wellenfeldsyntheseeinheit zum Berechnen von Lautsprechersignalen für die Lautsprecher des Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays sowie eine Einrichtung zum Liefern der Lautsprechersignale für den einen oder die mehreren Versorgungslautsprecher.

[0017] Durch Kombination der üblicherweise bereits vorhandenen Versorgungslautsprecher mit einem Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray wird eine lokale Wahrnehmung der Schallquellen, die genau ist und so-

gar für bewegliche Schallquellen funktioniert, erreicht, während gleichzeitig die Pegelproblematik dahingehend eliminiert wird, dass ein Lautsprecherarray nicht mehr als Punktquelle sondern als Linienquelle wahrgenommen wird, dahingehend, dass die Lautsprecher, die nah bei einem Zuhörer angeordnet sind, leiser angesteuert werden im Vergleich zu einem Punktquellen-Lautsprecher, da es ja noch weitere Arraylautsprecher gibt, die weiter vom Zuhörer entfernt sind und dennoch Schallenergie in den Beschallungsraum bringen.

[0018] Andererseits wird jedoch die große Schallversorgung mit nach wie vor vorhandenen konventionellen Versorgungslautsprechern erreicht. So wird jedoch auf Grund der Schallenergie, die durch das Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray geliefert wird, der Pegel für die vorderen Lautsprecher, also die bei den Zuschauern in den vorderen Reihen sind, niedriger ausgebildet werden können, da die vorderen Reihen ja nun durch das vorzugsweise vorne angeordnete Wellenfeldsynthese-Array angenehm und insbesondere richtungssensitiv mit Schall versorgt werden.

[0019] Die vorliegende Erfindung schafft also eine Verbesserung konventioneller Beschallungsanlagen durch die zusätzlich eingebundene Wellenfeldsynthese-Beschallung durch das Bereitstellen und die Ansteuerung des zusätzlichen Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays.

[0020] Ferner ist die vorliegende Erfindung dahingehend vorteilhaft, dass die auditive Wahrnehmung von Quellpositionen unterstützt und verbessert wird. Ferner wird durch das erfindungsgemäße Konzept die Energieverteilung und die Richtungswahrnehmung in Auditorien verbessert, was insbesondere bei der Anwendung für Konferenzsysteme auch zu einer besseren Verständlichkeit eines Sprechers führen wird.

[0021] Neben Konferenzsystemen ist die vorliegende Erfindung jedoch auch im Installations- und Eventbereich sowie insbesondere auch natürlich für größere Beschallungsanlagen vorteilhaft einsetzbar.

[0022] Die vorliegende Erfindung ist ferner dahingehend vorteilhaft, dass bereits vorhandene Hardware für großflächige Schallversorgungen verwendet werden kann. Dies betrifft zum einen die bereits bestehenden Audio-Mischpulte sowie zum anderen die Versorgungslautsprecher, die typischerweise bereits vorhanden sind und durch das Wellenfeldsynthesearray bzw. die Vorrichtung zum Steuern der Versorgungslautsprecher bzw. des Wellenfeldsynthesearrays ergänzt werden.

[0023] Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen wird die erfindungsgemäße Ansteuervorrichtung nur auf den Pegel der normalen Lautsprechersignale der Versorgungslautsprecher einwirken um eine Dämpfung im Vergleich zum Fall ohne Wellenfeldsynthese-Array herzustellen. Ferner wird, um das Gesetz der ersten Wellenfront auszunutzen, auch eine Verzögerung für die Schallsignale der Versorgungslautsprecher in Bereichen zwischen einer und 100 Millisekunden eingeführt, um die Richtungswahrnehmung zusätzlich zu unterstützen.

[0024] Ansonsten ist die Ansteuervorrichtung transparent für das Ausgangssignal eines Mischpults, das ohnehin in solchen Anlagen typischerweise vorhanden ist.

[0025] Die Einbindung des richtungsgebenden Wellenfeldsynthese-Frontarrays schafft eine angenehme Schallpegelverteilung mit realer Richtungswahrnehmung, ist in kompakter Hardware ausführbar und schafft die dringend benötigte zusätzliche Schallversorgung der oft unterversorgten oder zu laut beschallten ersten Zuhörerreihen mit einem natürlichen Höreindruck. Dies ist insbesondere dann von hoher Bedeutung, wenn berücksichtigt wird, dass in verschiedenen Konferenzräumen bzw. Konzertsälen die so genannten VIPs, also die Personen, von denen vielleicht das wirtschaftliche Überleben des Theaters etc. abhängt, in der ersten Reihe sitzen, also in dem Bereich, der im Stand der Technik besonders problematisch war, und der von der erfindungsgemäßen Verwendung des Wellenfeldsynthese-Frontarrays besonders profitieren wird.

[0026] An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass das erfindungsgemäße Konzept im Vergleich zu einer kompletten Wellenfeldsynthese-Anlage dahingehend vorteilhaft ist, dass es erheblich preisgünstiger implementiert werden kann, da nicht auf vier Seiten ein Wellenfeldsynthese-Array eingesetzt wird und somit ein ganz erheblicher Aufwand an Lautsprechern und Verkabelung, etc. getrieben werden muss. Statt dessen wird nur ein Front-Array eingesetzt, um die typischerweise vorne auftretenden virtuellen Quellen positionieren zu können. Der „Sweet Spot“ dieses offenen Wellenfeldsynthese-Arrays ist dann, wenn die Quellen nur vorne sind, so groß wie in einem gesamten Wellenfeldsynthese-Szenario. Nur bei Quellen in anderen Richtungen ist der Sweet Spot eingeschränkt.

[0027] Möglicherweise kann für hintere Zuhörerbereiche die Qualität der Schallrekonstruktion mittels des ebenen Wellenfeldsynthese-Front-Lautsprecherarrays nachlassen. Dies ist jedoch insofern nicht problematisch, da auch fürs Auge die Bühne immer weiter weg sein wird und Lokalisierungsunterschiede klein werden, da auf Grund der größeren Entfernung auch die Orte selber gewissermaßen enger zusammenrücken. Die Wellenfeldsynthese-Rekonstruktion eines geraden FrontArrays führt in diesem Fall somit ebenfalls zu einer Situation, bei der die Rekonstruktion schlechter wird, je weiter man vom Array entfernt wird. Da dies jedoch auch mit dem natürlichen Empfinden übereinstimmt, fällt dieser Nachteil nicht ins Gewicht. Für die hinteren Reihen wird durch die großen und leistungsstarken Versorgungslautsprecher gesorgt, die wenigstens erreichen, dass es für die hinteren Reihen noch ausreichend laut ist.

[0028] Wenn in einem solchen Fall ein komplettes Wellenfeldsynthese-Array eingesetzt würde, was insbesondere für große Bühnen ohnehin nur mit einem sehr hohen Aufwand machbar wäre, so würde dies insbesondere in dem Fall, in dem alle Schallquellen ohnehin vorne positioniert sind, zu keiner erheblichen Schallverbesserung führen. Das erfindungsgemäße Konzept, bei dem norma-

le Versorgungslautsprecher mit einem Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray zusammenarbeiten, schafft somit nahezu dieselbe Qualität wie ein komplett mit Wellenfeldsynthese-Arrays umrandeter Zuhörerbereich, jedoch zu erheblich reduzierten Kosten.

[0029] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beiliegenden Zeichnungen detailliert erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Ansteuerung einer Beschallungsanlage mit Lautsprechersignalen; und

Fig. 2 eine bevorzugte Ausführung einer Beschallungsanlage für einen mit Schall zu versorgenden Raum vor einer Bühne.

[0030] Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung zur Ansteuerung einer Beschallungsanlage mit Lautsprechersignalen, wobei die Beschallungsanlage ein Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray 10 sowie einen oder mehrere Versorgungslautsprecher 12 aufweist, die von dem Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray 10 getrennt angeordnet sind und bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel mit L für einen linken Versorgungslautsprecher, R für einen rechten Versorgungslautsprecher und M für einen Mono- oder Mitten-Lautsprecher bezeichnet sind. Je nach Ausführungsform kann nur ein Mono-Lautsprecher M vorhanden sein, oder aber auch ein linker Lautsprecher L oder ein rechter Lautsprecher R.

[0031] Eine bestimmte Anordnung der Versorgungslautsprecher 12 ist auch in Fig. 2 dargestellt, bei der es lediglich vier Versorgungslautsprecher 12a, 12b, 12c, 12d gibt, wobei die linken Versorgungslautsprecher 12c, 12d mit dem L-Kanal des Stereosignals versorgt werden, während die rechten Lautsprecher 12b, 12c mit dem rechten Kanal des Stereosignals versorgt werden. Ein Mono- oder Mitten-Lautsprecher ist in Fig. 2 z. B. nicht vorhanden.

[0032] Prinzipiell könnte jedoch auch jeder der Lautsprecher 12a-12d mit dem Mono-Kanal M versorgt werden. In diesem Fall würde der ganze mit Schall zu versorgende Raum 13 mit einem Mono-Signal, das von den vier Lautsprechern ausgestrahlt wird, versorgt werden.

[0033] Bei dem in Fig. 2 gezeigten bevorzugten Ausführungsbeispiel einer Beschallungsanlage ist das Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray 10 vor einer Bühne 11 angeordnet, auf der sich reale Schallquellen, wie beispielsweise Sprecher, Theaterschauspieler, Musiker, etc., die allgemein mit dem Bezugszeichen 15 in Fig. 2 bezeichnet sind, befinden können. Das Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray 10 ist ein flaches offenes Array. Dies bedeutet, dass sich das Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray nicht um alle vier Seiten des in Fig. 2 von oben dargestellten mit Schall zu versorgenden Raums 13 erstreckt, sondern nur auf einer Seite. Diese Seite ist vorzugsweise dort bezüglich des mit Schall zu versor-

genden Raums angeordnet, wo auch die typischerweise vorhandenen virtuellen/realen Schallquellen sein können. So ist bei einem Theater z. B. üblicherweise davon auszugehen, dass die Schauspieler nur auf der Bühne sein werden, nicht jedoch seitlich bezüglich der Zuschauer oder hinter den Zuschauern. Daher genügt es, um diese Schallquellen räumlich auflösen zu können, dass ein Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray auf der Seite des mit Schall zu versorgenden Raums 13 angeordnet ist, dem die Bühne 11 gegenüber liegt bzw. dem der Bereich gegenüber liegt, in dem sich überhaupt Schallquellen aufhalten können. Allerdings ist es unerheblich, ob das Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray 10 zwischen den realen Schallquellen und dem mit Schall zu versorgenden Raum 13 angeordnet ist, also so wie in Fig. 2 dargestellt, oder ob das Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray 10 hinter den realen Schallquelle angeordnet ist, also z. B. an einer in Fig. 2 dargestellten gestrichelten Position 17.

[0034] Bei der Anordnung des Arrays hinter den realen Schallquellen sollte jedoch auf Abschattungen durch Schauspieler, Requisiten usw. Rücksicht genommen werden. Außerdem kann ein hoher Schallpegel auf der Bühne entstehen, was zu einer Feedbackgefahr werden kann. Aus diesen Gründen wird die Anordnung vor der Bühne berücksichtigt.

[0035] Die realen Schallquellen, wie sie in Fig. 2 auf der Bühne 11 eingezeichnet sind, werden durch die Wellenfeldsynthese-Einheit, auf die noch eingegangen wird, in virtuelle Schallquellen abgebildet, derart, dass ein von dem Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray rekonstruiertes Schallfeld derart ausgestaltet ist, dass ein Zuhörer im mit Schall zu versorgenden Raum 13 tatsächlich meint, dass sich die Schallquellen, die er hört, an den realen Positionen auf der Bühne, bei dem in Fig. 2 gezeigten Fall des Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays 10 hinter dem Lautsprecherarray befinden.

[0036] An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass das Szenario von Fig. 2 gewissermaßen mit einem normalen Wellenfeldsynthese-Setting verglichen werden kann, bei dem jedoch im Gegensatz zum normalen Setting das Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray 10 nur auf einer Seite angeordnet ist, nämlich auf der Bühnenseite, während bei einem normalen Wellenfeldsynthese-Setting sich das Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray zumindest um den gesamten mit Schall zu versorgenden Raum 13 herum erstrecken würde, wobei gegebenenfalls sogar in der Decke und im Boden ebenfalls noch Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays angebracht werden könnten.

[0037] Die Verwendung eines offenen Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays 10 und die Ersetzung der normalen restlichen Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays durch die Versorgungslautsprecher 12a-12d führt dazu, dass die Quellen 15, die entweder vor oder hinter dem Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray 10 angeordnet sind, annähernd genau so gut für den mit Schall zu versorgenden Raum 13 akustisch rekonstruiert wer-

den, wie wenn ein durchgehendes umlaufendes Array vorhanden wäre. Dies liegt daran, dass der wesentliche Beitrag zur Rekonstruktion der Quellen 15 von dem Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray 10, das z. B. vor dem mit Schall zu versorgenden Raum angeordnet ist, stammt. Andererseits sorgen die Versorgungslautsprecher 12a-12d für einen ausreichend hohen Pegel über den gesamten mit Schall zu versorgenden Raum 13, erfordern jedoch wesentlich weniger Aufwand und Kosten als ein durchgehendes Wellenfeldsynthese-Array.

[0038] Dies fällt um so mehr ins Gewicht, wenn bestehende Systeme durch das erfindungsgemäße Konzept verbessert werden, da dann für die Versorgungslautsprecher, die ohnehin bereits vorhanden sind, keinerlei zusätzliche Kosten auftreten. Deren Eingangssignale werden lediglich durch die in Fig. 1 dargestellte Ansteuervorrichtung im Vergleich zum bisherigen Mischpult, das typischerweise vorhanden war und in Fig. 1 mit 14 bezeichnet ist, noch nachbearbeitet, wie es nachfolgend Bezug nehmend auf Fig. 1 detaillierter dargestellt wird.

[0039] Die Ansteuervorrichtung von Fig. 1 umfasst zunächst einen Audioeingang 16, über den Ausgangssignale von einem Mikrofonarray 19 oder einer beliebigen anderen Audioquelle einem Analog/Digital-Wandler 20 zugeführt werden. Der Audioeingang 16 wird bei dem in Fig. 1 gezeigten Szenario, bei dem tatsächlich Mikrofone vorhanden sind, analoge Mikrofonsignale empfangen. Falls jedoch die Mikrofone 19 und der Analog/Digital-Wandler 20 durch ein synthetisches Szenario ersetzt werden, bei dem sich bestimmte Schallquellen, deren Ausgangssignale bereits voraufgezeichnet sind, in einem virtuellen Raum bewegen, empfängt der Audioeingang 16 keine analogen Ausgangssignale eines Mikrofonarrays 19 sondern - allgemein ausgedrückt - Audiosignale von wenigstens einer Schallquelle, die in jeder beliebigen Form sein können, beispielsweise in einer komprimierten/codierten Form oder in Form einer Sequenz von Abtastwerten, wie sie beispielsweise auf einer CD vorhanden sind.

[0040] Das Audiosignal wenigstens einer Schallquelle wird einer Wellenfeldsynthese-Einheit 22 zugeführt, die zusätzlich noch über einen Positionseingang 24 Informationen über die aktuelle Position dieser Schallquelle erhält.

[0041] Alternativ kann das zusätzliche Positionierungssignal in die Steuereinheit und nicht direkt in die WFS-Einheit eingespeist werden. In diesem - bevorzugten - Fall werden die Quellen somit auf der Benutzeroberfläche oder über den Positionierungseingang positioniert.

[0042] Falls die in Fig. 1 dargestellte Situation keine synthetische Situation ist, so kann tatsächlich die aktuelle Position der bereits vorher aufgezeichneten und Positionsbestimmten Schallquelle direkt mit dem Audiosignal der Wellenfeldsynthese-Einheit 22 mitgeliefert werden. Die Position der Quelle kann auch als Seiteninformation des Audiosignals übertragen werden. In diesem Fall fallen der Audiosignaleingang und der Positionseingang

zusammen.

[0043] In einem Konferenz-Szenario, in dem sich ein Sprecher bewegt, oder in einem Theater-Szenario, bei dem sich ein Schauspieler bewegt, wird dieser Schauspieler eines der Mikrofone des Mikrofonarrays 19 bei sich tragen und ferner z. B. mit einem GPS-Sender versehen sein, damit seine Position aktuell bestimmt werden kann. Andere Techniken beispielsweise durch Infrarot-Triangulation oder durch HF-Triangulation oder durch beliebige andere Positionsbestimmungsverfahren sind bekannt.

[0044] Falls das Mikrofonarray 19 jedoch fest in einem Zuschauerraum angeordnet ist, so wird die Wellenfeldsynthese-Einheit 22 über die Positionseingabe 24 wenigstens die dann natürlich feste Position sämtlicher Mikrofone erhalten und davon ausgehend eine Rekonstruktion durchführen.

[0045] Die Wellenfeldsynthese-Einheit 22 ist ausgebildet, um Lautsprecher signale für die Lautsprecher des Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays basierend auf der über die Positionseingabe 24 erhaltenen Position, des über den Audiosignaleingang 16 erhaltenen Audiosignals sowie basierend auf der Position der Lautsprecher des Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays berechnen, so dass ein durch das Wellenfeldsynthese-Lautsprecher-Array erzeugtes Schallfeld eine Lokalisierung der wenigstens einen Schallquelle durch einen Zuhörer erlaubt.

[0046] Die durch ein konventionelles Mischpult 14 (analog oder digital oder eine Digital Audio Workstation) erzeugten herunter gemischten Kanäle, wie beispielsweise der linke Kanal L, der rechte Kanal R und der Mitten-Kanal M bzw. Mono-Kanal M werden ebenfalls in die erfindungsgemäße Ansteuervorrichtung eingegeben, und zwar in eine Einrichtung zum Liefern des Lautsprecher signals für den einen oder die mehreren Versorgungslautsprecher auf der Basis des Audiosignals von der wenigstens einen Schallquelle. Diese Einrichtung kann bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel den Analog/Digital-Wandler 20, eine Verzögerungsstufe 24a und eine Amplituden-Manipulationsstufe 24b umfassen. Beide Stufen werden durch eine in der Ansteuervorrichtung vorzugsweise vorhandenen Steuerung 26 angesteuert, und zwar mit Verzögerungsparametern hinsichtlich der Verzögerungsstufe 24a und Verstärkungs- bzw. Dämpfungsparametern hinsichtlich der Amplituden-Manipulationsstufe 24b. Je nach Implementierung können sämtliche Versorgungslautsprecher-Kanäle um denselben Wert oder um unterschiedliche Werte verzögert bzw. verstärkt werden. Die Steuerung 26 ist vorzugsweise über eine Benutzeroberfläche 28, die typischerweise eine grafische Benutzeroberfläche sein wird, bedienbar.

[0047] Je nach Implementierung wird die Ansteuervorrichtung ausgangsseitig mit einem Digital/Analog-Wandler 30 versehen sein, der einerseits analoge Ausgangssignale für die Lautsprecher des Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays 10 ausgibt, und der andererseits

Lautsprecher signale für die Versorgungslautsprecher L, R, M, die in Fig. 1 mit 12 bezeichnet sind, ausgibt, wobei hier je nach Implementierung noch ein Zusatzverstärker 32 zum Verstärken der Lautsprecher signale für die mit typischerweise hohem Pegel gefahrenen Versorgungslautsprecher vorhanden sein wird.

[0048] Bei dem in Fig. 1 gezeigten bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Wellenfeldsynthese-Einheit 22 ausgebildet, um eine skalierbare Anzahl von Wellenfeldsynthese-Kanälen 23 zu liefern. Je nach Implementierung wird ein Lautsprecher eines Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays ein eigenes Lautsprecher signal erhalten. Alternativ kann die Ansteuerung auch so sein, dass eine Gruppe von benachbarten Lautsprechern im Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray mit demselben Lautsprecher signal angesteuert werden. Wie es ausgeführt worden ist, ist die Position des Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays und damit jedes einzelnen Lautsprechers in dem Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray bekannt und wird ebenso wie die Positionseingabe der Schallquelle für die Wellenfeldsynthese-Berechnung verwendet.

[0049] Bei dem in Fig. 1 gezeigten bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Wellenfeldsynthese-Einheit 22 skalierbar ausgeführt. Dies bedeutet, dass sie je nach Anzahl der mit der Wellenfeldsynthese-Einheit 22 verbundenen Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays 10 eine entsprechende Anzahl von Ausgangskanälen erzeugen wird. Benötigt ein Array z. B. zehn verschiedene Wellenfeldsynthese-Lautsprecher signale, so wird ein zweites Array derselben Größe ebenfalls zehn Wellenfeldsynthese-Lautsprecherkanäle erfordern, so dass die Wellenfeldsynthese-Einheit 22 dann, wenn zwei solche Arrays mit ihm verbunden sind, auch die entsprechende Anzahl von Lautsprecher signalen liefert. Dies resultiert nicht nur in einer Verdopplung der Anzahl der Lautsprecher signale, sondern auch in einer modifizierten Berechnung auf Grund des Wellenfeldsynthese-Algorithmus, bei dem jedes Lautsprecher signal natürlich auch von der Anzahl und Position anderer Lautsprecher abhängt bzw. davon abhängt, ob andere Lautsprecher an anderen Positionen vorgesehen sind oder nicht.

[0050] Die Skalierbarkeit kann durch einen Sensor ausgebildet sein, der erfasst, ob z. B. ein Glasfaserkabel für ein Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray an einem Ausgang der Ansteuervorrichtung von Fig. 1 angeschlossen ist oder nicht. Typischerweise werden die Ausgänge bezeichnet sein mit "erstes Array", "zweites Array", ..., so dass die Ansteuervorrichtung z. B. über einen Tabellenzugriff oder etwas ähnliches Positionen und Anzahl von zusätzlichen Arrays automatisch erhält.

[0051] Alternativ kann die Anzahl der Kanäle/Arrays der Wellenfeldsynthese-Einheit 22 auch über die grafische Benutzeroberfläche 28 und die Steuerung 26 mitgeteilt werden.

[0052] Für das erfindungsgemäße Szenario ist die Skalierbarkeit besonders wertvoll, da ohnehin nur ein offenes Wellenfeldsynthese-Array verwendet wird, also

keine Lautsprecherbänder umlaufend um einen Zuhörerraum, sondern nur auf der Bühnen-Seite des Zuhörerraums, so dass für den Fall, bei dem ein gerades Array anschließend an ein bereits vorhandenes gerades Array platziert wird, die Positionen der weiteren Lautsprecher besonders günstig z. B. mittels eines Tabellenzugriffs wiedergewonnen und der Wellenfeldsynthese-Einheit 22 zur Berechnung der nunmehr höheren Anzahl von Wellenfeldsynthese-Lautsprecher-signalen zur Verfügung gestellt werden können.

[0053] Die Steuerung 26 ist ausgebildet, um die Verzögerungsstufe 24a anzusteuern, derart, dass die Lautsprecher-signalen verzögert werden, so dass die Wellenfront auf Grund des Wellenfeldsynthese-Lautsprecher-arrays 10 etwa 2 bis 10 Millisekunden vor dem Zeitpunkt bei einem Zuhörer ankommt, zu dem die Wellenfront der Versorgungslautsprecher ankommt. Damit wird das Gesetz der ersten Schallwellenfront ausgenutzt, dahingehend, dass der Zuhörer im Raum zunächst - relativ leise - die Wellenfront vom Wellenfeldsynthese-Lautsprecher-array 10 wahrnimmt und dann erst die Wellenfront von den typischerweise lauterem Versorgungslautsprechern. Damit wird der Benutzer das Gefühl haben, dass die Schallquellen an den Positionen sind, wie sie durch das Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray vorgegaukelt werden, obgleich die eigentliche Schallversorgung durch die Versorgungslautsprecher stattfindet.

[0054] In Anbetracht der Tatsache, dass nunmehr für den vorderen Zuhörerbereich eine Schallversorgung durch das Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray 10 stattfindet, das nicht als eine Punktquelle mit stark abnehmenden Pegel wahrgenommen wird, sondern als eine Flächenquelle wahrgenommen wird, die eine angenehmere Pegelverteilung hat, können nunmehr wenigstens die vorderen Versorgungslautsprecher hinsichtlich ihrer Amplitude bzw. ihres Ausgangspegels reduziert werden, was dadurch geschehen kann, dass die Steuerung 26 die Amplituden-Manipulationseinheit 24b entsprechend ansteuert, um entweder alle Kanäle bzw. nur einige Kanäle bzw. Signale für spezielle Lautsprecher um den gleichen Betrag oder um unterschiedliche Beträge zu dämpfen.

[0055] Nachfolgend wird zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung auf die Wellenfeldsynthese-Technik näher eingegangen.

[0056] Ein besserer natürlicher Raumeindruck sowie eine stärkere Einhüllung bei der Audiowiedergabe kann mit Hilfe einer neuen Technologie erreicht werden. Die Grundlagen dieser Technologie, die so genannte Wellenfeldsynthese (WFS; WFS = Wave-Field Synthesis), wurden an der TU Delft erforscht und erstmals in den späten 80er-Jahren vorgestellt (Berkhout, A.J.; de Vries, D.; Vogel, P.: Acoustic control by Wavefield Synthesis. JASA 93, 1993).

[0057] Infolge der enormen Anforderungen dieser Methode an Rechnerleistung und Übertragungsraten wurde die Wellenfeldsynthese bis jetzt nur selten in der Praxis angewendet. Erst die Fortschritte in den Bereichen der

Mikroprozessortechnik und der Audiocodierung gestatten heute den Einsatz dieser Technologie in konkreten Anwendungen. Erste Produkte im professionellen Bereich werden nächstes Jahr erwartet. In wenigen Jahren sollen auch erste Wellenfeldsynthese-Anwendungen für den Consumerbereich auf den Markt kommen.

[0058] Die Grundidee von WFS basiert auf der Anwendung des Huygens'schen Prinzips der Wellentheorie:

[0059] Jeder Punkt, der von einer Welle erfasst wird, ist Ausgangspunkt einer Elementarwelle, die sich kugelförmig bzw. kreisförmig ausbreitet.

[0060] Angewandt auf die Akustik kann durch eine große Anzahl von Lautsprechern, die nebeneinander angeordnet sind (einem so genannten Lautsprecherarray), jede beliebige Form einer einlaufenden Wellenfront nachgebildet werden. Im einfachsten Fall, einer einzelnen wiederzugebenden Punktquelle und einer linearen Anordnung der Lautsprecher, müssen die Audiosignale eines jeden Lautsprechers mit einer Zeitverzögerung und Amplitudenskalierung so gespeist werden, dass sich die abgestrahlten Klangfelder der einzelnen Lautsprecher richtig überlagern. Bei mehreren Schallquellen wird für jede Quelle der Beitrag zu jedem Lautsprecher getrennt berechnet und die resultierenden Signale addiert. Befinden sich die wiederzugebenden Quellen in einem Raum mit reflektierenden Wänden, dann müssen auch Reflexionen als zusätzliche Quellen über das Lautsprecherarray wiedergegeben werden. Der Aufwand bei der Berechnung hängt daher stark von der Anzahl der Schallquellen, den Reflexionseigenschaften des Aufnahmerraums und der Anzahl der Lautsprecher ab.

[0061] Der Vorteil dieser Technik liegt im Besonderen darin, dass ein natürlicher räumlicher Klangeindruck über einen großen Bereich des Wiedergaberraums möglich ist. Im Gegensatz zu den bekannten Techniken werden Richtung und Entfernung von Schallquellen sehr exakt wiedergegeben. In beschränktem Maße können virtuelle Schallquellen sogar zwischen dem realen Lautsprecherarray und dem Hörer positioniert werden.

[0062] Obgleich die Wellenfeldsynthese für Umgebungen gut funktioniert, deren Beschaffenheiten bekannt sind, treten doch Unregelmäßigkeiten auf, wenn sich die Beschaffenheit ändert bzw. wenn die Wellenfeldsynthese auf der Basis einer Umgebungsbeschaffenheit ausgeführt wird, die nicht mit der tatsächlichen Beschaffenheit der Umgebung übereinstimmt.

[0063] Eine Umgebungsbeschaffenheit kann durch die Impulsantwort der Umgebung beschrieben werden.

[0064] Dies wird anhand des nachfolgenden Beispiels näher dargelegt. Es wird davon ausgegangen, dass ein Lautsprecher ein Schallsignal gegen eine Wand aussendet, deren Reflexion unerwünscht ist. Für dieses einfache Beispiel würde die Raumkompensation unter Verwendung der Wellenfeldsynthese darin bestehen, dass zunächst die Reflexion dieser Wand bestimmt wird, um zu ermitteln, wann ein Schallsignal, das von der Wand reflektiert worden ist, wieder beim Lautsprecher ankommt, und welche Amplitude dieses reflektierte Schall-

signal hat. Wenn die Reflexion von dieser Wand unerwünscht ist, so besteht mit der Wellenfeldsynthese die Möglichkeit, die Reflexion von dieser Wand zu eliminieren, indem dem Lautsprecher ein zu dem Reflexionssignal gegenphasiges Signal mit entsprechender Amplitude zusätzlich zum ursprünglichen Audiosignal eingeprägt wird, so dass die hinlaufende Kompensationswelle die Reflexionswelle auslöscht, derart, dass die Reflexion von dieser Wand in der Umgebung, die betrachtet wird, eliminiert ist. Dies kann dadurch geschehen, dass zunächst die Impulsantwort der Umgebung berechnet wird und auf der Basis der Impulsantwort dieser Umgebung die Beschaffenheit und Position der Wand bestimmt wird, wobei die Wand als Spiegelquelle interpretiert wird, also als Schallquelle, die einen einfallenden Schall reflektiert.

[0065] Wird zunächst die Impulsantwort dieser Umgebung gemessen und wird dann das Kompensationssignal berechnet, das dem Audiosignal überlagert dem Lautsprecher eingeprägt werden muss, so wird eine Aufhebung der Reflexion von dieser Wand stattfinden, derart, dass ein Hörer in dieser Umgebung schallmäßig den Eindruck hat, dass diese Wand überhaupt nicht existiert.

[0066] Entscheidend für eine optimale Kompensation der reflektierten Welle ist jedoch, dass die Impulsantwort des Raums genau bestimmt wird, damit keine Über- oder Unterkompensation auftritt.

[0067] Die Wellenfeldsynthese ermöglicht somit eine korrekte Abbildung von virtuellen Schallquellen über einen großen Wiedergabebereich. Gleichzeitig bietet sie dem Tonmeister und Toningenieur neues technisches und kreatives Potential bei der Erstellung auch komplexer Klanglandschaften. Die Wellenfeldsynthese (WFS oder auch Schallfeldsynthese), wie sie Ende der 80-er Jahre an der TU Delft entwickelt wurde, stellt einen holographischen Ansatz der Schallwiedergabe dar. Als Grundlage hierfür dient das Kirchhoff-Helmholtz-Integral. Dieses besagt, dass beliebige Schallfelder innerhalb eines geschlossenen Volumens mittels einer Verteilung von Monopol- und Dipolschallquellen (Lautsprecherarrays) auf der Oberfläche dieses Volumens erzeugt werden können. Details hierzu finden sich in M.M. Boone, E.N.G. Verheijen, P.F. v. Tol, "Spatial Sound-Field Reproduction by Wave-Field Synthesis", Delft University of Technology Laboratory of Seismics and Acoustics, Journal of J. Audio Eng. Soc., Bd. 43, Nr. 12, Dezember 1995 und Diemer de Vries, "Sound Reinforcement by Wavefield Synthesis: Adaption of the Synthesis Operator to the Loudspeaker Directivity Characteristics", Delft University of Technology Laboratory of Seismics and Acoustics, Journal of J. Audio Eng. Soc., Bd. 44, Nr. 12, Dezember 1996.

[0068] Bei der Wellenfeldsynthese wird aus einem Audiosignal, das eine virtuelle Quelle an einer virtuellen Position aussendet, ein Synthesesignal für jeden Lautsprecher des Lautsprecherarrays berechnet, wobei die Synthesesignale derart hinsichtlich Amplitude und Phase gestaltet sind, dass eine Welle, die sich aus der Überlagerung der einzelnen durch die im Lautsprecherarray

vorhandenen Lautsprecher ausgegebenen Schallwelle ergibt, der Welle entspricht, die von der virtuellen Quelle an der virtuellen Position herrühren würde, wenn diese virtuelle Quelle an der virtuellen Position eine reale Quelle mit einer realen Position wäre.

[0069] Typischerweise sind mehrere virtuelle Quellen an verschiedenen virtuellen Positionen vorhanden. Die Berechnung der Synthesesignale wird für jede virtuelle Quelle an jeder virtuellen Position durchgeführt, so dass typischerweise eine virtuelle Quelle in Synthesesignalen für mehrere Lautsprecher resultiert. Von einem Lautsprecher aus betrachtet empfängt dieser Lautsprecher somit mehrere Synthesesignale, die auf verschiedene virtuelle Quellen zurückgehen. Eine Überlagerung dieser Quellen, die aufgrund des linearen Superpositionsprinzips möglich ist, ergibt dann das von dem Lautsprecher tatsächlich ausgesendete Wiedergabesignal.

[0070] Die Möglichkeiten der Wellenfeldsynthese können um so besser ausgeschöpft werden, je größer die Lautsprecherarrays sind, d. h. um so mehr einzelne Lautsprecher bereitgestellt werden. Damit steigt jedoch auch die Rechenleistung, die eine Wellenfeldsyntheseeinheit vollbringen muss, da typischerweise auch Kanalinformationen berücksichtigt werden müssen. Dies bedeutet im einzelnen, dass von jeder virtuellen Quelle zu jedem Lautsprecher prinzipiell ein eigener Übertragungskanal vorhanden ist, und dass prinzipiell der Fall vorhanden sein kann, dass jede virtuelle Quelle zu einem Synthesesignal für jeden Lautsprecher führt, bzw. dass jeder Lautsprecher eine Anzahl von Synthesesignalen erhält, die gleich der Anzahl von virtuellen Quellen ist.

[0071] Darüber hinaus sei an dieser Stelle angemerkt, dass die Qualität der Audiowiedergabe mit der Anzahl der zur Verfügung gestellten Lautsprecher steigt. Dies bedeutet, dass die Audiowiedergabequalität um so besser und realistischer wird, um so mehr Lautsprecher in dem bzw. den Lautsprecherarrays vorhanden sind.

[0072] Im obigen Szenario könnten die fertig gerenderten und Analog-Digital-gewandelten Wiedergabesignale für die einzelnen Lautsprecher beispielsweise über Zweidrahtleitungen von der Wellenfeldsynthese-Zentraleinheit zu den einzelnen Lautsprechern übertragen werden. Dies hätte zwar den Vorteil, dass nahezu sichergestellt ist, dass alle Lautsprecher synchron arbeiten, so dass hier zu Synchronisationszwecken keine weiteren Maßnahmen erforderlich wären. Andererseits könnte die Wellenfeldsynthese-Zentraleinheit immer nur für einen speziellen Wiedergaberaum bzw. für eine Wiedergabe mit einer festgelegten Anzahl von Lautsprechern hergestellt werden. Dies bedeutet, dass für jeden Wiedergaberaum eine eigene Wellenfeldsynthese-Zentraleinheit gefertigt werden müsste, die ein erhebliches Maß an Rechenleistung zu vollbringen hat, da die Berechnung der Audiowiedergabesignale insbesondere im Hinblick auf viele Lautsprecher bzw. viele virtuelle Quellen zumindest teilweise parallel und in Echtzeit erfolgen muss.

[0073] Nachfolgend werden wesentliche Aspekte der vorliegenden Erfindung noch einmal zusammengefasst.

Ein Wellenfeldsynthese-basiertes Frontarray 10 von Fig. 1 gibt die aufgenommenen Schallquellen jeweils aus der richtigen Richtung und Entfernung wieder, so dass eine Quelle dort gehört wird, wo sie entsteht. Diese virtuellen Schallquellen werden mit kürzester systembedingter Latenz wiedergegeben. Wesentliche Latenz-Quellen sind die Wellenfeldsynthese-Einheit 22 und gegebenenfalls die Analog/Digital-Wandler 20 bzw. 30. Die Hauptbeschallung gibt übliche Mono/Stereo/Mehrkanal-Signale wieder, ist jedoch gegenüber dem Frontarray um wenige Millisekunden verzögert, wobei die Verzögerung im Bereich von 2-100 Millisekunden und vorzugsweise zwischen 3 und 8 Millisekunden liegen wird.

[0074] Die Hauptbeschallung durch die Versorgungslautsprecher 12 beschallt das Auditorium mit ausreichend Pegel. Dagegen arbeitet das Frontarray mit reduziertem Pegel, um unauffällig die Richtungswahrnehmung zu unterstützen. Ist das Frontarray optimal angeordnet, so wird sich ein realer Richtungseindruck bis zu den hinteren Reihen ergeben, wobei eine ausreichende Schallverteilung gewährleistet wird.

[0075] Die in Fig. 1 gezeigte Ansteuervorrichtung ist als kompaktes Audiosystem auf PC- oder DSP-Basis bestehend aus Audiokreuzschiene, Delayeinheit, Wellenfeldsynthese-basierter Echtzeitrendereinheit, Controllermodul sowie Anschluss- und Bedieneinheit realisierbar.

[0076] Die Audiosignale der natürlichen Quellen, wie beispielsweise Sprecher, Artisten, etc. werden konventionell der Summierereinheit bzw. dem Mixer 14 und der Wellenfeldsynthese-Rendereinheit zur Verfügung gestellt.

[0077] In der Summierereinheit werden die Audiosignale für konventionelle Beschallung, wie beispielsweise Stereo, Mono, 5.1, etc. generiert (14) und anschließend in einer Delaystufe 24a entsprechend verzögert. Zusätzlich kann in einer nachfolgenden Pegelstufe 24b die Amplitude zwischen Hauptbeschallung und richtungsgebendem Array angepasst werden.

[0078] Auf der anderen Seite werden, wie ausgeführt, die Einzelquellen in der Wellenfeldsynthese-Rendereinheit 22 zu virtuellen Schallquellen, welche entsprechend ihrer wirklichen Position auf der Bühne positioniert oder bewegt werden. Die Wellenfeldsynthese-Renderingeinheit 22 berechnet die Audiosignale, welche für das Wellenfeldsynthese-Frontarray benötigt werden, wodurch eine reale Richtungsabbildung der Audioquellen gewährleistet wird.

[0079] In der zentralen Steuerungseinheit 26 und Bedieneinheit 28 werden die virtuellen Schallquellen je nach Implementierung positioniert, so dass in diesem Fall die Benutzeroberfläche 28 beispielsweise in Form eines Zeigers die Positioneingabe 24 von Fig. 1 darstellt. Ferner wird in der Benutzeroberflächeneinheit 28 bzw. in der Steuerung die Verzögerung der Stufe 24a sowie der Pegel zwischen Frontarray, Hauptbeschallung, Delayline und anderen Audiosenken angepasst. Vorzugsweise sind die entsprechenden erzeugten Setups jeweils ab-

speicherbar, um nicht jedes Mal neu eingestellt werden zu müssen, sondern um für spätere oder andere Anwendungen/Szenarien zur Verfügung gestellt werden zu können.

[0080] Bezüglich der Platzierung des Wellenfeldsynthese-Frontarrays in einem üblichen Bühnenumfeld wird bevorzugt, das Wellenfeldsynthese-Frontarray auf Kopfhöhe der Zuschauer oder oberhalb der Kopfhöhe der Zuschauer anzuordnen und vor der Bühne zu platzieren. Ferner wird es bevorzugt, ein Wellenfeldsynthese-Frontarray 10 zu nehmen, das breiter als die Zuschauerreihen ist, um Randeffekte am Arrayrand zu vermeiden.

[0081] Zusammenfassend liefert das erfindungsgemäße Konzept eine reale Richtungswahrnehmung durch Darstellung virtueller Schallquellen auf Basis der Wellenfeldsynthese. Ferner werden in der Richtungsauflösung keine Winkelfehler gemacht. Darüber hinaus können virtuelle Schallquellen dort platziert werden, wo der Akteur steht. Bewegungen der Akteure sind ohne Überblendungen möglich. Statische Quellen bleiben dagegen stabil. Die Schallversorgung des Auditoriums mit einem ausreichenden Schallpegel wird nach wie vor mit Standardsystemen gewährleistet, wodurch bereits vorhandene Hardware optimal weiter genutzt werden kann. Durch Einbindung des zusätzlichen Wellenfeldsynthese-Frontarrays und durch Bereitstellen der erfindungsgemäßen Ansteuervorrichtung entsteht nunmehr jedoch ein System mit zusätzlicher Positioniermöglichkeit der ortbaren Quellen.

[0082] Im Hinblick auf bekannte Wellenfeldsynthese-Arrays benötigt das erfindungsgemäße Konzept kein geschlossenes Array zur Versorgung des Hörbereichs, da die Versorgung durch die konventionelle Beschallung sichergestellt werden kann. Es ergibt sich nunmehr auch ein moderater Schallpegel besonders in den ersten Zuschauerreihen, da die Schallenergie verteilt wird. Es spielen nämlich immer mehrere Lautsprecher des Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays, was in einer natürlichen Hörumgebung insbesondere in den ersten Zuschauerreihen resultiert, an denen typischerweise auch die Personen sitzen werden, die für den Fortbestand eines Theaters/Auditoriums maßgeblich sind und daher natürlich besonders gut zu versorgen sind.

[0083] Um Abschattungen durch Zuhörer bei einer nicht optimalen Anordnung des Frontarrays zu reduzieren, wird das Wellenfeldsynthese-Array etwas oberhalb der Köpfe der Zuhörer angeordnet. Auch noch höhere Anordnungen sind hier potenziell möglich, wobei eine zu hohe Anordnung jedoch zu möglicherweise auftretenden Fehllokalisationen in der Vertikalen führen wird. Auf Grund psychoakustischer Gesetzmäßigkeiten hat sich jedoch herausgestellt, dass vertikale Fehllokalisationen weniger problematisch als horizontale Fehllokalisationen sind. So ist es für einen Zuhörer nicht so problematisch, wenn er eine Quelle etwas zu hoch hört, wenn dafür die Links/Rechts-Position auf der Bühne genau stimmt.

[0084] Um unerwünschte Interferenzen beider Systeme, also der Versorgungslautsprecher und des Wellen-

feldsynthese-Lautsprecherarrays zu vermeiden, werden beide Lautsprechersysteme derart angesteuert, dass die Wellenfront des Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays etwas vor der Wellenfront der Versorgungslautsprecher beim Zuhörer ankommt.

[0085] Bevorzugte Anwendungsbereiche des erfindungsgemäßen Konzepts sind Konferenzräume. Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung wird nunmehr eine Ortung eines Sprechers möglich.

[0086] Mehrere Sprecher werden zu mehreren ortbaren virtuellen/realen Schallquellen, was insbesondere für Situationen von großem Vorteil ist, bei denen ohnehin Verständnisprobleme existieren können, wenn also Personen unterschiedlicher Nationalitäten miteinander sprechen. Hier unterstützt bereits eine räumliche Separierung der einzelnen Sprecher das akustische Verstehen aller Sprecher, insbesondere dann, wenn mehrere Personen gleichzeitig reden.

[0087] Auch bei Dolmetscheranlagen erlaubt das erfindungsgemäße Konzept eine Lokalisation des Sprechers nicht nur visuell sondern auch auditiv.

[0088] Besonders im Theaterbereich ist die erfindungsgemäße Vorrichtung gut einsetzbar, da im Bühnenbild oft keine Stützlautsprecher eingebaut werden können. Hier ist der Einbau eines durchgehenden Lautsprecherbandes in der Bühnenkante besonders vorteilhaft und weniger auffällig. Insbesondere die Funktionalität des erfindungsgemäßen Konzepts, dass nämlich die Schallquellen sich bewegen können und entsprechend akustisch ebenfalls mitbewegt werden, ist für Theateranwendungen, welche von der Bewegung der Schauspieler leben, von besonderem Vorteil.

[0089] Auch für Konzertstätten liefert das erfindungsgemäße Konzept eine Auflösung einzelner Instrumente durch virtuelle Schallquellen, während dennoch eine Gesamtversorgung mit dem üblichen Pegel möglich ist, was insbesondere für Populärmusik-Konzerte von hoher Bedeutung ist.

[0090] Abhängig von den Gegebenheiten kann das erfindungsgemäße Verfahren in Hardware oder in Software implementiert werden. Die Implementierung kann auf einem digitalen Speichermedium, insbesondere einer Diskette oder CD mit elektronisch auslesbaren Steuersignalen erfolgen, die so mit einem programmierbaren Computersystem zusammenwirken können, dass das Verfahren ausgeführt wird. Allgemein besteht die Erfindung somit auch in einem Computer-Programm-Produkt mit einem auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wenn das Computer-Programm-Produkt auf einem Rechner abläuft. In anderen Worten ausgedrückt, kann die Erfindung somit als ein Computer-Programm mit einem Programmcode zur Durchführung des Verfahrens realisiert werden, wenn das Computer-Programm auf einem Computer abläuft.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Ansteuerung einer Beschallungsanlage mit Lautsprechersignalen, wobei die Beschallungsanlage ein Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray (10) sowie einen oder mehrere Versorgungslautsprecher (12), die von dem Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray (10) getrennt angeordnet sind, aufweist, mit folgenden Merkmalen:

einem Audioeingang (16) zum Erhalten wenigstens eines Audiosignals von wenigstens einer Schallquelle;

einem Positionseingang (24) zum Erhalten einer Information über eine Position der Schallquelle; einer Wellenfeldsynthese-Einheit (22) zum Berechnen von Lautsprechersignalen für die Lautsprecher des Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays (10) basierend auf der Position (24) des Audiosignals, basierend auf einer Position der Lautsprecher des Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays (10), so dass ein durch das Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray erzeugtes Schallfeld eine Lokalisierung der Schallquelle durch einen Zuhörer in einem Raum (13), der durch die Versorgungslautsprecher (12) versorgt wird, erlaubt; und

einer Einrichtung (20, 24a, 24b, 30) zum Liefern des Lautsprechersignals für den einen oder die mehreren Versorgungslautsprecher (12) auf der Basis des Audiosignals,

dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zum Ansteuern ausgebildet ist, um das Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray und den einen oder die mehreren Versorgungslautsprecher so anzusteuern, dass eine Wellenfront des Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays vor einer Wellenfront des einen oder der mehreren Versorgungslautsprecher bei einem Zuhörer eintrifft.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Einrichtung zum Liefern ausgebildet ist, um aus dem Audiosignal der einen oder der mehreren Schallquellen durch Mischung (14) abgeleitetes Monosignal, Stereo-Signal oder Multikanalsignal zu liefern.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Einrichtung zum Liefern ferner eine Verzögerungseinheit (24a) aufweist, die ausgebildet ist, um das Lautsprechersignal für den einen oder die mehreren Versorgungslautsprecher (12) abhängig von einer Verzögerung der Wellenfeldsynthese-Einheit (22) so zu verzögern, dass eine Wellenfront der Versorgungslautsprecher (12) später als eine Wellenfront auf Grund des Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays (10) bei einem Zuhörer eintrifft.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, bei der die Verzögerungseinrichtung (24a) ausgebildet ist, um das Lautsprechersignal für die einen oder die mehreren Versorgungslautsprecher um 1 bis 100 ms mehr als eine Verzögerung der Wellenfeldsynthese-Einheit (22) zu verzögern. 5
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die ferner eine Pegelsteuerungseinheit (24) aufweist, die ausgebildet ist, um das Lautsprechersignal für den einen oder die mehreren Versorgungslautsprecher (12) oder die Lautsprechersignale für das Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray so zu steuern, dass ein Schallpegel auf Grund des Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays (10) zumindest in einem bestimmten Bereich des Raums (13) kleiner als ein Schallpegel des einen oder der mehreren Versorgungslautsprecher ist. 10 15
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Wellenfeldsynthese-Einheit (22) ausgebildet ist, um eine skalierbare Anzahl von Wellenfeldsynthese-Lautsprechersignalen zu liefern. 20
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Wellenfeldsynthese-Einheit (22) ausgebildet ist, um eine Anzahl von Lautsprechersignalen zu berechnen, die größer ist als eine Anzahl von Lautsprechersignalen für den einen oder die mehreren Versorgungslautsprecher (12). 25 30
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der die Anzahl der Lautsprechersignale für das Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray (10) wenigstens drei Mal so groß ist wie eine Anzahl der Lautsprechersignale für die Versorgungslautsprecher (12). 35
9. Verfahren zur Ansteuerung einer Beschallungsanlage mit Lautsprechersignalen, wobei die Beschallungsanlage ein Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray (10) sowie einen oder mehrere Versorgungslautsprecher (12), die von dem Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray (10) getrennt angeordnet sind, aufweist, mit folgenden Schritten: 40
 - Erhalten (16) wenigstens eines Audiosignals von wenigstens einer Schallquelle;
 - Erhalten (24) einer Information über eine Position der Schallquelle;
 - Berechnen (22) von Lautsprechersignalen für die Lautsprecher des Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays (10) basierend auf der Position (24) des Audiosignals, basierend auf dem Audiosignal, und basierend auf einer Position der Lautsprecher des Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays (10), so dass ein durch das Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray erzeugtes Schallfeld eine Lokalisierung der Schallquelle 50 55

durch einen Zuhörer in einem Raum (13), der durch die Versorgungslautsprecher (12) versorgt wird, erlaubt; und
 Liefern (14, 20, 24a, 24b, 30, 32) des Lautsprechersignals für den einen oder die mehreren Versorgungslautsprecher (12) auf der Basis des Audiosignals,

dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zum Ansteuern so durchgeführt wird, dass das Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray und der eine oder die mehreren Versorgungslautsprecher so angesteuert werden, dass eine Wellenfront des Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarrays vor einer Wellenfront des einen oder der mehreren Versorgungslautsprecher bei einem Zuhörer eintrifft.

10. Beschallungsanlage mit folgenden Merkmalen:

einem Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray (10);
 einem oder mehreren Versorgungs-Lautsprechern (12); und
 einer Vorrichtung zur Ansteuerung gemäß einem der Patentansprüche 1 bis 8.

11. Beschallungsanlage nach Anspruch 10, die in einem Raum (13) mit einem vorderen Rand und einem linken und einem rechten Rand angeordnet ist, wobei wenigstens zwei Versorgungs-Lautsprecher (12d, 12b) vorhanden sind, von denen einer an dem linken Rand und einer an dem rechten Rand angeordnet ist, und
 wobei das Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray (10) an dem vorderen Rand angeordnet ist.

12. Beschallungsanlage nach Anspruch 11, bei der der vordere Rand an einen Bereich für eine Schallquelle (15) angrenzt.

13. Beschallungsanlage nach Anspruch 12, bei der der Bereich eine Bühne (11) oder ein Rednerbereich eines Vortragssaals ist.

45 14. Beschallungsanlage nach einem der Ansprüche 10 bis 13, bei der das Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray (10) ein flaches Array ist, bei dem die Lautsprecher in einer Ebene in zueinander vorbestimmten Abständen liegen.

15. Beschallungsanlage nach einem der Ansprüche 12 oder 13, bei dem das Wellenfeldsynthese-Lautsprecherarray in einer Bühnenkante auf Kopfhöhe von Zuschauern in dem mit Schall zu versorgenden Raum (13) oder oberhalb dieser Kopfhöhe eingebaut ist.

16. Computerprogramm mit einem Programmcode zum

Ausführen des Verfahrens gemäß Patentanspruch 9, wenn das Computerprogramm auf einem Computer abläuft.

Claims

1. Device for driving a sound system by loudspeaker signals, the sound system comprising a wave field synthesis loudspeaker array (10) and one or several supply loudspeakers (12) arranged separate from the wave field synthesis loudspeaker array (10), comprising:

an audio input (16) for receiving at least one audio signal from at least one sound source;
a position input (24) for receiving information on a position of the sound source;
a wave field synthesis unit (22) for calculating loudspeaker signals for the loudspeakers of the wave field synthesis loudspeaker array (10) based on the position (24) of the audio signal, based on the audio signal and based on a position of the loudspeakers of the wave field synthesis loudspeaker array (10) so that a sound field produced by the wave field synthesis loudspeaker array allows localizing the sound source by a listener in a space (13) supplied by the supply loudspeakers (12); and
means (20, 24a, 24b, 30) for providing the loudspeaker signal for the one or the several supply loudspeakers (12) on the basis of the audio signal,

characterized in that the device for driving is implemented to drive the wave field synthesis loudspeaker array and the one or the several supply loudspeakers such that a wave front of the wave field synthesis loudspeaker array arrives at a listener before a wave front of the one or the several supply loudspeakers.

2. Device according to claim 1, wherein the means for providing is implemented to provide a mono signal, stereo signal or multi-channel signal derived by mixing (14) from the audio signal of the one or the several sound sources.
3. Device according to claim 1 or 2, wherein the means for providing further comprises a delay unit (24a) which is implemented to delay the loudspeaker signal for the one or the several supply loudspeakers (12) depending on a delay of the wave field synthesis unit (22) such that a wave front of the supply loudspeakers (12) arrives later at a listener than a wave front caused by the wave field synthesis loudspeaker array (10).
4. Device according to claim 3, wherein the delay

means (24a) is implemented to delay the loudspeaker signal for the one or the several supply loudspeakers by 1 to 100 ms more than a delay of the wave field synthesis unit (22).

5. Device according to one of the preceding claims, further comprising a level-controlling unit (24) which is implemented to control the loudspeaker signals for the one or the several supply loudspeakers (12) or the loudspeaker signals for the wave field synthesis loudspeaker array such that a sound level caused by the wave field synthesis loudspeaker array (10) is smaller than a sound level of the one or the several supply loudspeakers in at least a certain region of the space (13).
6. Device according to one of the preceding claims, wherein the wave field synthesis unit (22) is implemented to provide a scalable number of wave field synthesis loudspeaker signals.
7. Device according to one of the preceding claims, wherein the wave field synthesis unit (22) is implemented to calculate a number of loudspeaker signals which is greater than a number of loudspeaker signals for the one or the several supply loudspeakers (12).
8. Device according to claim 7, wherein the number of loudspeaker signals for the wave field synthesis loudspeaker array (10) is at least three times as large as a number of loudspeaker signals for the supply loudspeakers (12).
9. Method for driving a sound system by loudspeaker signals, the sound system comprising a wave field synthesis loudspeaker array (10) and one or several supply loudspeakers (12) arranged separate from the wave field synthesis loudspeaker array (10), comprising the steps of:

receiving (16) at least one audio signal from at least one sound source;
receiving (24) information on a position of the sound source;
calculating (22) loudspeaker signals for the loudspeakers of the wave field synthesis loudspeaker array (10) based on the position (24) of the audio signal, based on the audio signal and based on a position of the loudspeakers of the wave field synthesis loudspeaker array (10) so that a sound field produced by the wave field synthesis loudspeaker array allows localizing the sound source by a listener in a space (13) supplied by the supply loudspeakers (12); and
providing (14, 20, 24a, 24b, 30, 32) the loudspeaker signal for the one or the several supply loudspeakers (12) on the basis of the audio sig-

nal,

characterized in that the method for driving is performed such that the wave field synthesis loudspeaker array and the one or the several supply loudspeakers are driven such that a wave front of the wave field synthesis loudspeaker array arrives at a listener before a wave front of the one or the several supply loudspeakers.

10. Sound system, comprising:

a wave field synthesis loudspeaker array (10); one or several supply loudspeakers (12); and a device for driving according to one of claims 1 to 8.

11. Sound system according to claim 10, arranged in a space (13) having a front edge and a left and a right edge, wherein there are at least two supply loudspeakers (12d, 12b), of which one is arranged at the left edge and one is arranged at the right edge, and wherein the wave field synthesis loudspeaker array (10) is arranged at the front edge.

12. Sound system according to claim 11, wherein the front edge abuts on a region for a sound source (15).

13. Sound system according to claim 12, wherein the region is a stage (11) or a speaker region of a lecture hall.

14. Sound system according to one of claims 10 to 13, wherein the wave field synthesis loudspeaker array (10) is a flat array in which the loudspeakers are positioned in a plane at predetermined distances from one another.

15. Sound system according to claims 12 or 13, wherein the wave field synthesis loudspeaker array is installed in the edge of a stage at the height of the heads of the audience in the space (13) to be provided with sound or above this height of the heads.

16. Computer program comprising a program code for executing the method according to claim 9 when the computer program runs on a computer.

Revendications

1. Dispositif de commande d'une installation de sonorisation par des signaux de haut-parleur, l'installation de sonorisation présentant un réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes (10) ainsi qu'un ou plusieurs haut-parleurs d'alimentation (12) qui sont disposés séparés du réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes (10), aux ca-

ractéristiques suivantes:

une entrée audio (16) destinée à obtenir au moins un signal audio d'au moins une source sonore;

une entrée de position (24) destinée à obtenir une information relative à une position de la source sonore;

une unité de synthèse de champ d'ondes (22) destinée à calculer des signaux de haut-parleur pour les haut-parleurs du réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes (10) sur base de la position (24) du signal audio, sur base du signal audio, et sur base d'une position des haut-parleurs du réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes (10), de sorte qu'un champ sonore généré par le réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes permette une localisation de la source sonore par un auditeur dans un local (13) qui est alimenté par les haut-parleurs d'alimentation (12); et un moyen (20, 24a, 24b, 30) destiné à fournir le signal de haut-parleur pour l'un ou les plusieurs haut-parleurs d'alimentation (12) sur base du signal audio,

caractérisé par le fait que le dispositif de commande est réalisé de manière à commander le réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes et l'un ou les plusieurs haut-parleurs d'alimentation de sorte qu'un front d'onde du réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes arrive chez un auditeur avant un front d'onde de l'un ou des plusieurs haut-parleurs d'alimentation.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le moyen destiné à fournir est réalisé de manière à fournir, à partir du signal audio de l'une ou des plusieurs sources sonores, un signal mono, un signal stéréo ou un signal multicanal dérivé par mélange (14).

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le moyen destiné à fournir présente par ailleurs une unité de temporisation (24a) qui est réalisée de manière à retarder le signal de haut-parleur pour l'un ou les plusieurs haut-parleurs d'alimentation (12) en fonction d'une temporisation de l'unité de synthèse de champ d'ondes (22) de sorte qu'un front d'onde des haut-parleurs d'alimentation (12) arrive plus tard chez un auditeur qu'un front d'onde sur base du réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes (10).

4. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel le moyen de temporisation (24a) est réalisé de manière à retarder le signal de haut-parleur pour l'un ou les plusieurs haut-parleurs d'alimentation de 1 à 100 ms de plus qu'une temporisation de l'unité de synthèse

de champ d'ondes (22).

5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, présentant par ailleurs une unité de commande de niveau (24) qui est réalisée de manière à commander le signal de haut-parleur pour l'un ou les plusieurs haut-parleurs d'alimentation (12) ou les signaux de haut-parleur pour le réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes de sorte qu'un niveau sonore sur base du réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes (10) soit, au moins dans une zone déterminée du local (13), inférieur à un niveau sonore de l'un ou des plusieurs haut-parleurs d'alimentation.

6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'unité de synthèse de champ d'ondes (22) est réalisée de manière à fournir un nombre modulable de signaux de haut-parleur à synthèse de champ d'ondes.

7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'unité de synthèse de champ d'ondes (22) est réalisée de manière à calculer un nombre de signaux de haut-parleur qui est supérieur à un nombre de signaux de haut-parleur pour l'un ou les plusieurs haut-parleurs d'alimentation (12).

8. Dispositif selon la revendication 7, dans lequel le nombre de signaux de haut-parleur pour le réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes (10) est au moins trois fois plus grand qu'un nombre de signaux de haut-parleur pour les haut-parleurs d'alimentation (12).

9. Procédé de commande d'une installation de sonorisation par des signaux de haut-parleur, l'installation de sonorisation présentant un réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes (10) ainsi qu'un ou plusieurs haut-parleurs d'alimentation (12) qui sont disposés séparés du réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes (10), aux étapes suivantes consistant à:

obtenir (16) au moins un signal audio d'au moins une source sonore;
obtenir (24) une information relative à une position de la source sonore;
calculer (22) des signaux de haut-parleur pour les haut-parleurs du réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes (10) sur base de la position (24) du signal audio, sur base du signal audio, et sur base d'une position des haut-parleurs du réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes (10), de sorte qu'un champ sonore généré par le réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes permette une localisation de la source sonore par un auditeur dans

un local (13) qui est alimenté par les haut-parleurs d'alimentation (12); et
fournir (14, 20, 24a, 24b, 30, 32) le signal de haut-parleur pour l'un ou les plusieurs haut-parleurs d'alimentation (12) sur base du signal audio,

caractérisé par le fait que le procédé de commande est réalisé de sorte que le réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes et l'un ou les plusieurs haut-parleurs d'alimentation soient commandés de sorte qu'un front d'onde du réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes arrive chez un auditeur avant un front d'onde de l'un ou des plusieurs haut-parleurs d'alimentation.

10. Installation de sonorisation aux caractéristiques suivantes:

un réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes (10);
un ou plusieurs haut-parleurs d'alimentation (12); et
un dispositif de commande selon l'une des revendications 1 à 8.

11. Installation de sonorisation selon la revendication 10, qui est disposée dans un local (13) avec un bord avant et un bord gauche et un bord droit, au moins deux haut-parleurs d'alimentation (12d, 12b) étant présents, dont un est disposé au bord gauche et un au bord droit, et le réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes (10) étant disposé au bord avant.

12. Installation de sonorisation selon la revendication 11, dans laquelle le bord avant est adjacent à une zone pour une source sonore (15).

13. Installation de sonorisation selon la revendication 12, dans laquelle la zone est une scène (11) ou une zone d'orateur d'une salle de conférences.

14. Installation de sonorisation selon l'une des revendications 10 à 13, dans laquelle le réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes (10) est un réseau planaire dans lequel les haut-parleurs se situent dans un plan à des distances prédéterminées entre eux.

15. Installation de sonorisation selon l'une des revendications 12 ou 13, dans laquelle le réseau de haut-parleurs à synthèse de champ d'ondes est incorporé dans un bord de la scène à hauteur de tête des spectateurs dans le local à alimenter en son (13) ou au-dessus de cette hauteur de tête.

16. Programme d'ordinateur avec un code de program-

me pour réaliser le procédé selon la revendication 9
lorsque le programme d'ordinateur est exécuté sur
un ordinateur.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

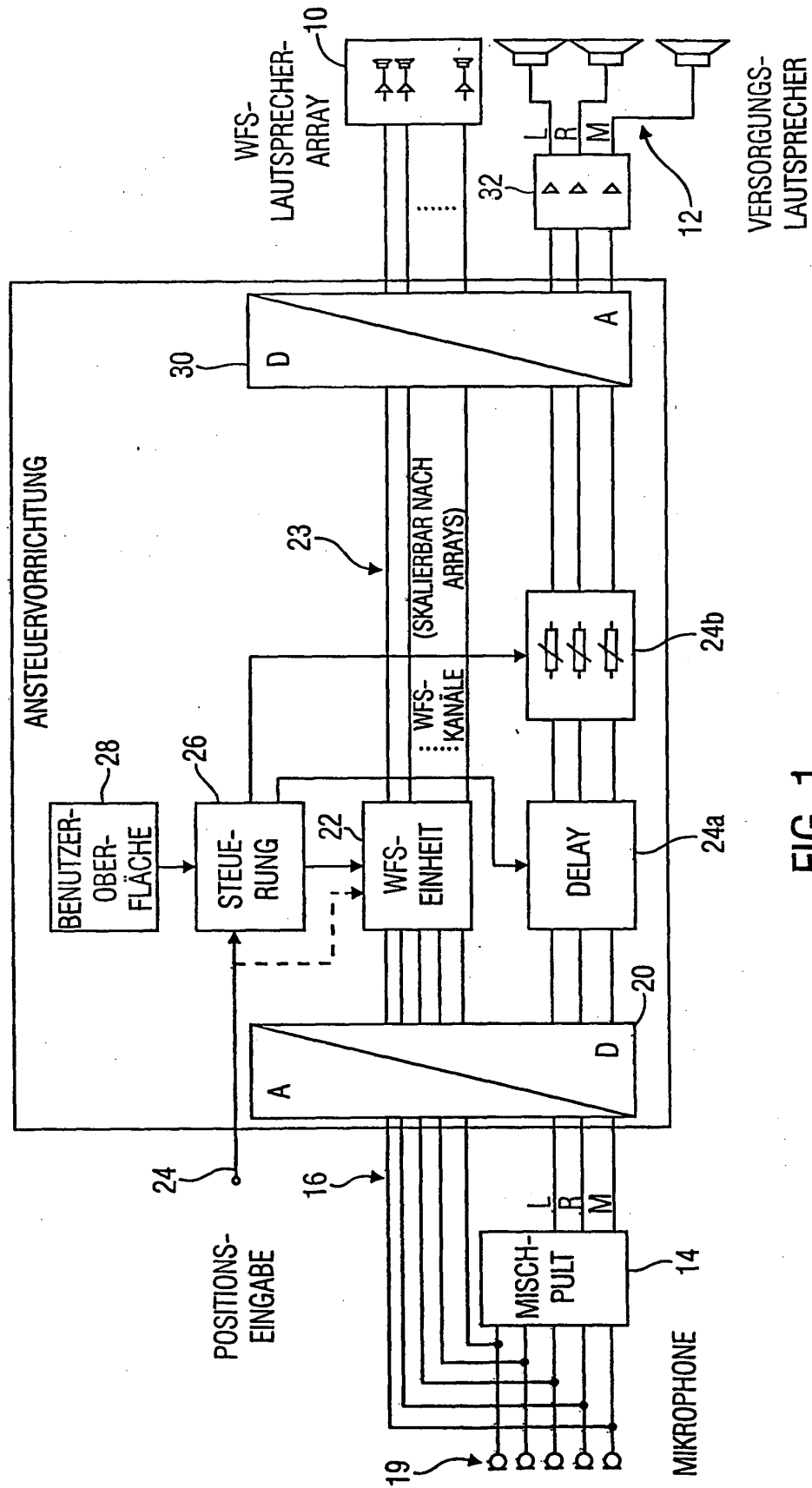


FIG. 1

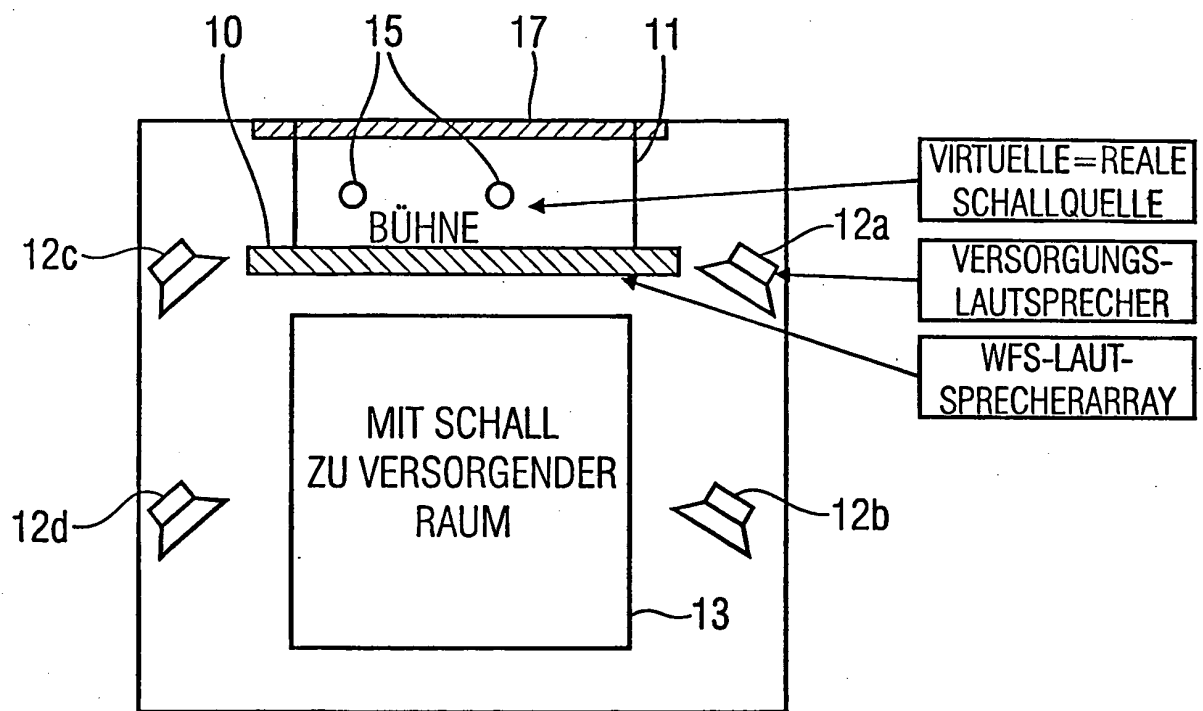


FIG.2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **R. RABENSTEIN et al.** Raumklangwiedergabe und der MPEG-4 Standard: Das CARROUSO-Projekt. *VDT International Audio Convention, Hannover*, 22. November 2002 [**0008**]
- **M.M. BOONE ; E.N.G. VERHEIJEN ; P.F. V. TOL.** Spatial Sound-Field Reproduction by Wave-Field Synthesis", Delft University of Technology Laboratory of Seismics and Acoustics. *Journal of J. Audio Eng. Soc.*, Dezember 1995, vol. 43 (12 [**0067**])
- **DIEMER DE VRIES.** Sound Reinforcement by Wave-field Synthesis: Adaption of the Synthesis Operator to the Loudspeaker Directivity Characteristics", Delft University of Technology Laboratory of Seismics and Acoustics. *Journal of J. Audio Eng. Soc.*, Dezember 1996, vol. 44 (12 [**0067**])