

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2007-143164
(P2007-143164A)

(43) 公開日 平成19年6月7日(2007.6.7)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4S 5/02 (2006.01)	HO4S 5/02 P	3DO20
HO4R 5/02 (2006.01)	HO4R 5/02 F	5DO11
HO4R 3/00 (2006.01)	HO4R 3/00 31O	5DO18
HO4R 1/40 (2006.01)	HO4R 1/40 31O	5DO20
B6OR 11/02 (2006.01)	B6OR 11/02 S	5DO62
審査請求 未請求 請求項の数 86 O L 外国語出願 (全 77 頁)		

(21) 出願番号	特願2006-311620 (P2006-311620)	(71) 出願人	591009509 ボーズ・コーポレーション BOSE CORPORATION アメリカ合衆国マサチューセッツ州017 01, フラミンガム, ザ・マウンテン (番地なし)
(22) 出願日	平成18年11月17日 (2006.11.17)	(74) 代理人	100106909 弁理士 棚井 澄雄
(31) 優先権主張番号	11/282, 871	(74) 代理人	100089037 弁理士 渡邊 隆
(32) 優先日	平成17年11月18日 (2005.11.18)	(72) 発明者	ダグラス・ジェイ・ホルミ アメリカ合衆国・マサチューセッツ・01 752・マルボロー・デシモン・ドライブ ・232
(33) 優先権主張国	米国 (US)	最終頁に続く	

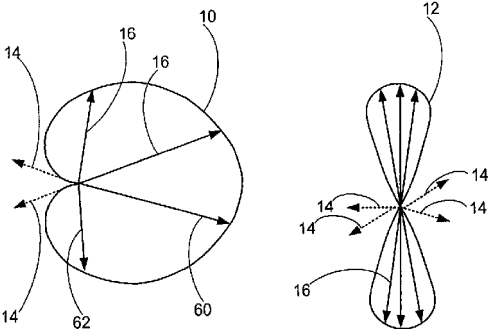
(54) 【発明の名称】 車両用指向性電気音響変換方法及びそのシステム

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、指向性ラウドスピーカーを含む車両オーディオシステム、特に指向性アレイに関する。

【解決手段】 車両は、第1の乗員位置及び該第1の乗員位置の前方に設けられた第2の乗員位置を含んでいる。オーディオシステムは、前記第1の乗員位置の前方且つ前記第2の乗員位置の後方に位置決めされており、第1の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち一の放射方向とされ、且つ、第2の乗車位置に向かう方向がその他方とされるように、第1のオーディオチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とされている第1の指向性ラウドスピーカーを含んでいる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のオーディオチャンネルを備えている、車両用オーディオシステムであって、
該車両が、第 1 の乗員位置と、該第 1 の乗員位置の前方に位置している第 2 の乗員位置とを備えている前記オーディオシステムにおいて、

前記第 1 の乗員位置の前方且つ前記第 2 の乗員位置の後方に位置決めされている第 1 の指向性ラウドスピーカーであって、前記第 1 の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち一方の放射方向とされ、且つ、前記第 2 の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち他方の放射方向とされるように、第 1 のオーディオチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とされている前記第 1 の指向性ラウドスピーカーを備えていることを特徴とするオーディオシステム。 10

【請求項 2】

前記指向性ラウドスピーカーは、さらに第 2 のオーディオチャンネルを放射する構成及び配置とされていることを特徴とする請求項 1 に記載のオーディオシステム。

【請求項 3】

前記指向性ラウドスピーカーは、前記第 1 のチャンネルの低強度の放射方向が向けられている乗員位置に向かう方向が前記第 2 のオーディオチャンネルの高強度の放射方向とされ、且つ、前記第 1 のオーディオチャンネルの高強度の放射方向が向けられている乗員位置に向かう方向が前記第 2 のオーディオチャンネルの低強度の放射方向とされるように、前記第 2 のオーディオチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とされていることを特徴とする請求項 2 に記載のオーディオシステム。 20

【請求項 4】

前記車両が、前記第 1 の乗員位置の右前方且つ前記第 2 の乗員位置の右側に位置している第 3 の乗員位置と、前記第 1 の乗員位置の右側で前記第 2 の乗員位置の右後方且つ前記第 3 の乗員位置の後方に位置している第 4 の乗員位置とをさらに備えている前記オーディオシステムにおいて、

指向性ラウドスピーカーが、前記第 2 の乗員位置及び前記第 3 の乗員位置の後方、前記第 1 の乗員位置及び前記第 4 の乗員位置の前方、前記第 1 の乗員位置及び前記第 2 の乗員位置の右側、且つ、前記第 3 の乗員位置及び前記第 4 の乗員位置の左側に取り付けられ、

前記指向性ラウドスピーカーが、前記第 3 の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち一方の放射方向とされるように、第 3 のオーディオチャンネルを指向的に放射し、前記第 3 のオーディオチャンネルの低強度の放射方向が第 4 のオーディオチャンネルの高強度の放射方向とされるように該第 4 のオーディオチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とされていることを特徴とする請求項 3 に記載のオーディオシステム。 30

【請求項 5】

前記第 1 の指向性ラウドスピーカーに対する、第 1 のオーディオチャンネル信号及び第 2 のオーディオチャンネル信号のうち一方の信号を遅延させるための回路をさらに備えていることを特徴とする請求項 3 の記載のオーディオシステム。

【請求項 6】

前記第 2 の指向性ラウドスピーカーに対する、前記第 1 のオーディオチャンネル信号及び前記第 2 のオーディオチャンネル信号のうち他方の信号を遅延させるための回路をさらに備えていることを特徴とする請求項 5 に記載のオーディオシステム。 40

【請求項 7】

前記指向性ラウドスピーカーが車両のドア内に取り付けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のオーディオシステム。

【請求項 8】

前記指向性ラウドスピーカーが前記第 2 の乗員位置に設けられたシートのシートバック内又はその上に取り付けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のオーディオシステム。 50

【請求項 9】

前記指向性ラウドスピーカーが車両の天井に取り付けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のオーディオシステム。

【請求項 10】

前記指向性ラウドスピーカーが B ピラーに取り付けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のオーディオシステム。

【請求項 11】

前記第 2 の乗員位置の前方に位置決めされ、前記第 1 のオーディオチャンネルを放射する構成及び配置とされている第 2 のラウドスピーカーをさらに備えていることを特徴とする請求項 1 に記載のオーディオシステム。

10

【請求項 12】

前記第 1 のラウドスピーカーは、前記第 1 の乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向とされるように前記第 1 のオーディオチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とされており、

前記第 2 のラウドスピーカーは、前記第 2 の乗員位置が高強度の放射方向とされるように前記第 1 のオーディオチャンネルを放射する構成及び配置とされている指向性ラウドスピーカーであることを特徴とする請求項 11 に記載のオーディオシステム。

【請求項 13】

前記第 2 のラウドスピーカーは、さらに車両のフロントウィンドウに向かう方向が低強度の放射方向とされるように前記第 1 のオーディオチャンネルを放射する構成及び配置と

20

【請求項 14】

前記第 1 の指向性ラウドスピーカーは、代替的に、所定の基準に基づいて全方位的に又は指向的に放射する構成及び配置とされていることを特徴とする請求項 1 に記載のオーディオシステム。

【請求項 15】

前記所定の基準は、前記第 1 の乗員位置の乗員が存在するか否かを含んでいることを特徴とする請求項 14 に記載のオーディオシステム。

【請求項 16】

前記第 1 の乗員位置の乗員が存在するか否かを検出するための検出器をさらに備えていることを特徴とする請求項 15 に記載のオーディオシステム。

30

【請求項 17】

低強度の放射方向での SPL が、前記指向性ラウドスピーカーから等距離とされる地点についての任意方向での最大放射に対して、少なくとも -6 dB の大きさとされることを特徴とする請求項 1 に記載のオーディオシステム。

【請求項 18】

前記低強度の放射方向での SPL は、前記指向性ラウドスピーカーから等距離とされる地点についての任意方向での最大放射に対して、少なくとも -10 dB の大きさとされることを特徴とする請求項 17 に記載のオーディオシステム。

【請求項 19】

高強度の放射方向での SPL は、前記指向性ラウドスピーカーから等距離とされる地点についての任意方向での最大放射の 4 dB 以内とされることを特徴とする請求項 18 のオーディオシステム。

40

【請求項 20】

前記車両は、前記第 1 の乗員位置の後方に位置している第 3 の乗員位置を備えている前記オーディオシステムにおいて、

前記第 1 の指向性ラウドスピーカーの後方且つ前記第 3 の乗員位置の前方に位置決めされている第 2 の指向性ラウドスピーカーであって、前記第 1 の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち一方の放射方向とされ、且つ、前記第 3 の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち他方の放射方向とさ

50

れるように、前記第 1 のオーディオチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とされている前記第 2 の指向性ラウドスピーカーをさらに備えていることを特徴とする請求項 1 に記載のオーディオシステム。

【請求項 2 1】

前記第 2 の指向性ラウドスピーカーは、前記第 3 の乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向とされ、且つ、前記第 1 の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、第 2 のオーディオチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とされていることを特徴とする請求項 2 0 に記載のオーディオシステム。

【請求項 2 2】

前記指向性ラウドスピーカーは、代替的に前記第 1 のオーディオチャンネル又は補助装置からのオーディオ信号を放射する構成及び配置とされていることを特徴とする請求項 1 に記載のオーディオシステム。 10

【請求項 2 3】

前記補助装置は無線電話であることを特徴とする請求項 2 2 に記載のオーディオシステム。

【請求項 2 4】

前記第 1 の指向性ラウドスピーカーに対する、第 1 のオーディオチャンネルのオーディオ信号を遅延させるための回路をさらに備えていることを特徴とする請求項 1 に記載のオーディオシステム。

【請求項 2 5】

前記第 1 の指向性ラウドスピーカーは、前記第 1 の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち前記他方の放射方向とされるように、第 2 のオーディオチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とされていることを特徴とする請求項 1 に記載の車両用オーディオシステム。 20

【請求項 2 6】

前記第 1 の指向性ラウドスピーカーは、さらに前記第 2 の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち前記他方の放射方向とされるように、前記第 2 のオーディオチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とされていることを特徴とする請求項 2 5 に記載のオーディオシステム。

【請求項 2 7】

低強度の放射方向での S P L は、前記指向性ラウドスピーカーから等距離とされる地点についての任意方向での最大放射に対して、少なくとも -6 d B の大きさとされることを特徴とする請求項 2 6 に記載のオーディオシステム。 30

【請求項 2 8】

前記第 1 の乗員位置の右前方且つ前記第 2 の乗員位置の右側に位置している第 3 の乗員位置をさらに備えており、

前記第 1 の指向性ラウドスピーカーは、前記第 2 の乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向とされ、且つ、より大きな音響エネルギーが前記第 2 の乗員位置よりも前記第 3 の乗員位置に向けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のオーディオシステム。

【請求項 2 9】

前記第 2 の乗員位置に向かう方向及び前記第 3 の乗員位置に向かう方向が共に高強度の放射方向とされることを特徴とする請求項 2 8 に記載のオーディオシステム。 40

【請求項 3 0】

第 1 の乗員位置と、該第 1 の乗員位置の前方に位置している第 2 の乗員位置とを備えている車両のための、複数のオーディオチャンネルを備えているオーディオシステムの動作方法において、

前記第 1 の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち一方の放射方向とされ、且つ、前記第 2 の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち他方の放射方向とされるように、第 1 のオーディオチャンネルを指向的に放射するステップを備えていることを特徴とする動作方法。 50

【請求項 3 1】

第 2 のオーディオチャンネルを放射するステップをさらに備えていることを特徴とする請求項 3 0 に記載の方法。

【請求項 3 2】

前記第 2 のオーディオチャンネルを放射するステップは、前記第 1 のオーディオチャンネルの低強度の放射方向が向けられている乗員位置に向かう方向が第 2 のオーディオチャンネルの高強度の放射方向とされ、且つ、前記第 1 のオーディオチャンネルの高強度の放射方向が向けられている乗員位置に向かう方向が前記第 2 のオーディオチャンネルの低強度の放射方向とされるように、前記第 2 のオーディオチャンネルを指向的に放射するステップを備えていることを特徴とする請求項 3 1 に記載の方法。

10

【請求項 3 3】

前記車両が、前記第 1 の乗員位置の右前方且つ前記第 2 の乗員位置の右側に位置している第 3 の乗員位置と、前記第 1 の乗員位置の右側で前記第 2 の乗員位置の右後方且つ該第 3 の乗員位置の後方に位置している第 4 の乗員位置とをさらに備えており、

前記指向性ラウドスピーカーが、前記第 2 の乗員位置及び前記第 3 の乗員位置の後方で、前記第 1 の乗員位置及び前記第 4 の乗員位置の前方、前記第 1 の乗員位置及び前記第 2 の乗員位置の右側且つ前記第 3 の乗員位置及び前記第 4 の乗員位置の左側に取り付けられている車両用オーディオシステムにおいて、

前記第 3 の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち一方の放射方向とされるように、第 3 のオーディオチャンネルを指向的に放射するステップと

20

、
前記第 3 のオーディオチャンネルの低強度の放射方向が向けられている方向が第 4 のオーディオチャンネルの高強度の放射方向とされるように、前記第 4 のオーディオチャンネルを指向的に放射するステップと、

を備えていることを特徴とする請求項 3 2 に記載の方法。

【請求項 3 4】

前記第 1 の指向性ラウドスピーカーに対する、第 1 のオーディオチャンネル信号及び第 2 のオーディオチャンネル信号のうち一方の信号を遅延させるステップをさらに備えていることを特徴とする請求項 3 2 に記載の方法。

【請求項 3 5】

30

前記第 2 の指向性ラウドスピーカーに対する、前記第 1 のオーディオチャンネル信号及び前記第 2 のオーディオチャンネル信号のうち他方の信号を遅延させるステップをさらに備えていることを特徴とする請求項 3 4 に記載の方法。

【請求項 3 6】

第 2 のオーディオチャンネルを全方位的に放射するステップをさらに備えていることを特徴とする請求項 3 1 に記載の方法。

【請求項 3 7】

前記車両が前記第 2 の乗員位置の前方に位置決めされた第 2 のラウドスピーカーをさらに備えている車両用オーディオシステムにおいて、

第 2 のオーディオチャンネルを放射するステップをさらに備えていることを特徴とする請求項 3 0 に記載の方法。

40

【請求項 3 8】

前記第 2 のオーディオチャンネルを放射するステップが、前記第 2 の乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向とされるように前記第 2 のオーディオチャンネルを指向的に放射するステップを備えていることを特徴とする請求項 3 7 に記載の方法。

【請求項 3 9】

前記第 2 のオーディオチャンネルを放射するステップが、車両のフロントウィンドウに向かう方向が低強度の放射方向とされるように前記第 2 のオーディオチャンネルを指向的に放射するステップを備えていることを特徴とする請求項 3 8 に記載の方法。

【請求項 4 0】

50

前記放射ステップは、代替的に所定の基準に基づいて、全方位的に放射するステップ及び指向的に放射するステップのうち一方のステップを備えていることを特徴とする請求項 30 に記載の方法。

【請求項 41】

前記所定の基準は、前記第 1 の乗員位置の乗員が存在するか否かを含んでいることを特徴とする請求項 40 に記載の方法。

【請求項 42】

前記第 1 の乗員位置の乗員が存在するか否かを検出するステップをさらに備えていることを特徴とする請求項 41 に記載の方法。

【請求項 43】

低強度の放射方向での SPL は、前記指向性ラウドスピーカーから等距離とされる地点についての任意方向での最大放射に対して、少なくとも -6 dB の大きさとされることを特徴とする請求項 30 に記載の方法。

【請求項 44】

前記低強度の放射方向での SPL は、前記指向性ラウドスピーカーから等距離とされる地点についての任意方向での最大放射に対して、少なくとも -10 dB の大きさとされることを特徴とする請求項 43 に記載の方法。

【請求項 45】

高強度の放射方向での SPL は、前記指向性ラウドスピーカーから等距離とされる地点についての任意方向での最大放射に対して、 4 dB 以内とされることを特徴とする請求項 44 に記載の方法。

【請求項 46】

前記車両が、前記第 1 の乗員位置の後方に位置している第 3 の乗員位置を備えており、前記第 1 の指向性ラウドスピーカーの後方且つ前記第 3 の乗員位置の前方に位置決めされている第 2 の指向性ラウドスピーカーをさらに備えているオーディオシステムにおいて、

前記第 1 の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち一方の放射方向とされ、且つ、前記第 3 の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち他方の放射方向とされるように、前記第 1 のオーディオチャンネルを指向的に放射するステップをさらに含んでいることを特徴とする請求項 30 に記載の方法。

【請求項 47】

前記第 3 の乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向とされ、且つ、前記第 1 のオーディオチャンネルの高強度放射が向けられている乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、第 2 のオーディオチャンネルを指向的に放射するステップをさらに備えていることを特徴とする請求項 46 に記載の方法。

【請求項 48】

前記第 2 の乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向とされるように、前記第 1 のオーディオチャンネル又は補助装置からのオーディオ信号を指向的に放射するステップを代替的に備えていることを特徴とする請求項 30 に記載の方法。

【請求項 49】

前記補助装置は無線電話であることを特徴とする請求項 48 に記載の方法。

【請求項 50】

前記第 1 の指向性ラウドスピーカーに対する、第 1 のオーディオチャンネルのオーディオ信号を遅延させるステップをさらに備えていることを特徴とする請求項 30 に記載の方法。

【請求項 51】

前記第 2 の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち一方の放射方向とされ、且つ、前記第 1 の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち他方の放射方向とされるように、第 2 のオーディオチャンネルを指向

10

20

30

40

50

的に放射するステップをさらに備えていることを特徴とする請求項30に記載の、車両用オーディオシステムの動作方法。

【請求項52】

高強度の放射方向でのSPLは、前記指向性ラウドスピーカーから等距離とされる地点についての任意方向での最大放射の4dB以内とされることを特徴とする請求項51に記載の方法。

【請求項53】

乗員位置及び音響的反射面を備えている車両のためのオーディオシステムであって、
所定の乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向及び低強度の放射方向のうち一方の放射方向とされ、且つ、反射面に向かう方向が高強度の放射方向及び低強度の放射方向のうち他方の放射方向とされるように、音響エネルギーを指向的に放射する構成及び配置とされている指向性ラウドスピーカーを備えているオーディオシステム。

10

【請求項54】

前記反射面がフロントウィンドウであることを特徴とする請求項53に記載のオーディオシステム。

【請求項55】

前記反射面がテールゲートウィンドウ及びリアウィンドウのうち一方のウィンドウであることを特徴とする請求項53に記載のオーディオシステム。

【請求項56】

乗員位置及び音響的反射面を備えている車両のためのオーディオシステムの動作方法であって、

20

所定の乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向及び低強度の放射方向のうち一方の放射方向とされ、且つ、反射面に向かう方向が高強度の放射方向及び低強度の放射方向のうち他方の放射方向とされるように、音響エネルギーを指向的に放射するステップを備えている方法。

【請求項57】

前記反射面がフロントウィンドウであることを特徴とする請求項56に記載のオーディオシステムの動作方法。

【請求項58】

前記反射面がテールゲートウィンドウ及びリアウィンドウのうち一方のウィンドウであることを特徴とする請求項56に記載のオーディオシステムの動作方法。

30

【請求項59】

乗員位置と、音響エネルギーを検知するためのマイクロホンとを備えている車両のためのオーディオシステムであって、

前記乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向とされ、且つ、前記マイクロホンに向かう方向が低強度の放射方向とされるように、音を指向的に放射する構成及び配置とされている指向性ラウドスピーカーを備えていることを特徴とするオーディオシステム。

【請求項60】

前記マイクロホンは、車両ノイズ補償システムの構成部品であることを特徴とする請求項59に記載のオーディオシステム。

40

【請求項61】

前記マイクロホンは、無線電話システムの構成部品であることを特徴とする請求項60に記載のオーディオシステム。

【請求項62】

前記マイクロホンは、無線電話システムの構成部品であることを特徴とする請求項59に記載のオーディオシステム。

【請求項63】

前記マイクロホンは指向性マイクロホンであって、

前記マイクロホンから前記指向性ラウドスピーカーに向かう方向は低強度の放射方向とされることを特徴とする請求項59に記載のオーディオシステム。

50

【請求項 6 4】

前記マイクロホンから乗員位置に向かう方向が高検出方向とされることを特徴とする請求項 6 3 に記載のオーディオシステム。

【請求項 6 5】

複数のオーディオチャンネルと、
指向性ラウドスピーカーと、

前記オーディオチャンネルのうちの一のオーディオチャンネルを放射する指向性ラウドスピーカーによって特徴づけられる第 1 の動作モードと、
前記オーディオチャンネルのうちの異なる一のオーディオチャンネルを放射する指向性ラウドスピーカーによって特徴づけられる第 2 の動作モードと、
を備えていることを特徴とする車両のためのオーディオシステム。

10

【請求項 6 6】

前記オーディオチャンネルのうちの一のオーディオチャンネルがセンターチャンネルであり、前記オーディオチャンネルのうちの異なる一のオーディオチャンネルが右チャンネル及び左チャンネルのうち一方のチャンネルであることを特徴とする請求項 6 5 に記載のオーディオシステム。

【請求項 6 7】

前記第 2 の動作モードは、前記右チャンネル及び前記左チャンネルのうち他方のチャンネルを放射する指向性ラウドスピーカーによってさらに特徴づけられていることを特徴とする請求項 6 6 に記載のオーディオシステム。

20

【請求項 6 8】

前記指向性ラウドスピーカーが、右側の乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向とされるように前記左チャンネルを指向的に放射し、左側の乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向とされるように、前記右チャンネルを放射することを特徴とする請求項 6 7 に記載のオーディオシステム。

【請求項 6 9】

前記指向性ラウドスピーカーが、前記左側の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向とされるように前記左チャンネルを指向的に放射し、前記右側の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向とされるように前記右チャンネルを放射することを特徴とする請求項 6 8 に記載のオーディオシステム。

30

【請求項 7 0】

前記指向性ラウドスピーカーは、前記センターチャンネルの音源がビデオディスプレイで反射するように構成及び配置されていることを特徴とする請求項 6 6 に記載のオーディオシステム。

【請求項 7 1】

前記指向性ラウドスピーカーは、前記センターチャンネルの放射が前記ビデオディスプレイで反射するように、前記センターチャンネルを前記ビデオディスプレイに向かって放射することを特徴とする請求項 7 0 に記載のオーディオシステム。

【請求項 7 2】

前記第 1 の動作モードは、前方乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、前記指向性ラウドスピーカーが前記センターチャンネルを放射することによってさらに特徴づけられていることを特徴とする請求項 6 5 に記載のオーディオシステム。

40

【請求項 7 3】

複数のオーディオチャンネル及び複数の指向性ラウドスピーカーを備えている、車両のためのオーディオシステムの動作方法であって、

前記複数の指向性ラウドスピーカーのうち一の指向性ラウドスピーカーによって、第 1 の指向性放射パターン及び第 2 の指向性放射パターンのうち一方の放射パターンを代替的に放射するステップを備えていることを特徴とする方法。

【請求項 7 4】

前記第 1 の指向性放射パターンを放射するステップが、第 1 の複数のスピーカーによっ

50

てセンターチャンネルを放射するステップを備え、

前記第2の指向性放射パターンを放射するステップが、前記第1の複数のスピーカーには含まれていない、前記指向性ラウドスピーカーのうちの一のスピーカーによって前記センターチャンネルを放射するステップを含んでいることを特徴とする請求項73に記載の車両用オーディオシステムの動作方法。

【請求項75】

前記複数の指向性ラウドスピーカーのうち第2のスピーカーによって、前記第1の指向性放射パターン及び前記第2の指向性放射パターンのうち一方の放射パターンを代替的に放射するステップをさらに備えていることを特徴とする請求項73に記載の車両用オーディオシステムの動作方法。

10

【請求項76】

ユーザーによって、前記第1の指向性放射パターン又は前記第2の指向性放射パターンのいずれかを選択するステップをさらに備えていることを特徴とする請求項73に記載の車両用オーディオシステムの動作方法。

【請求項77】

感知された状態に基づいて、前記第1の指向性放射パターン又は前記第2の指向性放射パターンのいずれかを自動的に選択するステップをさらに備えていることを特徴とする請求項73に記載の車両用オーディオシステムの動作方法。

【請求項78】

車両のドアに取り付けられた指向性ラウドスピーカーを備えていることを特徴とする車両用オーディオシステム。

20

【請求項79】

前記指向性ラウドスピーカーが指向性アレイであることを特徴とする請求項78に記載の車両用オーディオシステム。

【請求項80】

サラウンドチャンネルを含む複数のサラウンドチャンネルを有しているオーディオシステムであって、

前記指向性ラウドスピーカーは、前記車両の前方に向かう方向が高強度の放射方向とされるように前記サラウンドチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とされていることを特徴とする請求項79に記載のオーディオシステム。

30

【請求項81】

前記オーディオシステムは、前記車両の後方に向かう方向が低強度の放射方向とされるように前記サラウンドチャンネルを指向的に放射するように構成されていることを特徴とする請求項80に記載のオーディオシステム。

【請求項82】

前記オーディオシステムは、前記車両の後方に向かう方向が高強度の放射方向とされるように前記複数のサラウンドチャンネルのうち他のチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とされていることを特徴とする請求項81に記載のオーディオシステム。

【請求項83】

前記オーディオシステムは、前記車両の前方に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、前記複数のサラウンドチャンネルのうち前記他のチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とされていることを特徴とする請求項82に記載のオーディオシステム。

40

【請求項84】

前記オーディオシステムは、前記車両の後方に向かう方向が高強度の放射方向とされるように、前記複数のサラウンドチャンネルのうち他のチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とされていることを特徴とする請求項80に記載のオーディオシステム。

【請求項85】

前記オーディオシステムは、代替的に前記サラウンドチャンネルを指向的又は全方位的に放射する構成及び配置とされていることを特徴とする請求項80に記載のオーディオシステム。

50

【請求項 86】

前記オーディオシステムは、サラウンドチャンネルを含む複数のチャンネルを有しており、

前記指向性ラウドスピーカーは、前記サラウンドチャンネルを前記車両の前方に向かって放射する構成及び配置とされていることを特徴とする請求項 78 に記載のオーディオシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書は、車両の乗員室 (vehicle passenger compartments) における指向性ラウドスピーカーの利用方法を開示している。一の一般的なタイプの指向性ラウドスピーカーは、指向性音響アレイである。指向性音響アレイに関する情報は、Harry F. Olson の非特許文献 1、特許文献 1、及び特許文献 2 に開示されている。

【背景技術】

【0002】

本発明の一態様においては、車両用オーディオシステムは、多数のオーディオチャンネルを含んでいる。車両は、第 1 の乗員位置及び第 1 の乗員位置前方の第 2 の乗員位置を含んでいる。オーディオシステムは、第 1 の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向 (a low radiation direction) 及び高強度の放射方向 (a high radiation direction) のうち一方の放射方向とされ、且つ、第 2 の乗員位置に向かう方向が低い放射方向及び高い放射方向のうち他方の放射方向とされるように第 1 のオーディオチャンネルを指向的に放射する構成及び配置にされ、第 1 の乗員位置前方且つ第 2 の乗員位置後方に位置している第 1 の指向性ラウドスピーカーを含んでいる。

【特許文献 1】米国特許第 5, 870, 484 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 5, 809, 153 号明細書

【特許文献 3】米国特許出願公開第 10/838, 759 号明細書

【非特許文献 1】"Gradient Loudspeakers", J. of the Audio Engineering Society, March 1973, Volume 21, Number 2,

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

指向性ラウドスピーカーは、さらに第 2 のオーディオチャンネルを放射する構成且つ配置とされ得る。さらに、指向性ラウドスピーカーは、第 1 のオーディオチャンネルの低強度の放射方向が向けられている乗員位置に向かう方向が第 2 のオーディオチャンネルの高強度の放射方向とされ、且つ、第 1 のオーディオチャンネルの高強度の放射方向が向けられている乗員位置に向かう方向が第 2 のオーディオチャンネルの低強度の放射方向とされるように、第 2 のオーディオチャンネルを指向的に放射する構成且つ配置とされている場合もある。車両が、第 1 の乗員位置の右前方且つ第 2 の乗員位置の右側に配置される第 3 の乗員位置と、第 1 の乗員位置の右側且つ第 2 の乗員位置及び第 3 の乗員位置の後方に配置される第 4 の乗員位置とをさらに含んでいる場合がある。指向性ラウドスピーカーは、第 2 の乗員位置及び第 3 の乗員位置の後方、第 1 の乗員位置及び第 4 の乗員位置の前方、第 1 の乗員位置及び第 2 の乗員位置の右側、且つ、第 3 の乗員位置及び第 4 の乗員位置の左側に取り付けられている。指向性ラウドスピーカーは、さらに第 3 の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち一方の放射方向とされるように第 3 のオーディオチャンネルの指向的に放射し、且つ、第 3 のオーディオチャンネルの低強度の放射方向が向けられている方向が第 4 のオーディオチャンネルの高強度の放射方向とされるように第 4 のオーディオチャンネルの指向的に放射する構成及び配置とすることができる。オーディオシステムは、第 1 の指向性ラウドスピーカーへの、第 1 のオーディオチャンネル信号及び第 2 のオーディオチャンネル信号のうち一方の信号を遅延させるための回路をさらに含んでいる場合がある。さらに、オーディオシステムは、第 2 の指向性ラウ

ドスピーカーへの、第1のオーディオチャンネル信号及び第2のオーディオチャンネル信号のうち他方の信号を遅延させるための回路をさらに含んでいる場合がある。

【課題を解決するための手段】

【0004】

指向性ラウドスピーカーは、車両のドア内部に取り付けられ得る。指向性ラウドスピーカーは、第2の乗員位置に設けられたシートのシートバックの内部又はその上に取り付けられ得る。指向性ラウドスピーカーは、車両の天井(headliner)内部に取り付けられ得る。指向性ラウドスピーカーは、Bピラー内部に取り付けられ得る。

【0005】

オーディオシステムは、第2の乗員位置の前方に位置決めされ、且つ、第1のオーディオチャンネルを放射するように構成及び配置された第2のラウドスピーカーをさらに含んでいる。第1のラウドスピーカーが、第1の乗員位置への方向が高強度の放射方向とされるように第1のオーディオチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とすることがさらに可能であり、第2のラウドスピーカーは、第2の乗員位置への方向が高強度の放射方向とされるように第1のオーディオチャンネルを放射する構成及び配置とされた指向性ラウドスピーカーである。第2のラウドスピーカーは、車両のフロントウィンドウ(windshield)に向かう方向が低強度の放射方向とされるように第1のオーディオチャンネルを放射する構成及び配置とされ得る。

【0006】

第1の指向性ラウドスピーカーは、代替的に所定の基準に基づいて全方向的に又は指向的に放射する構成及び配置とされ得る。所定の基準には、第1の乗車位置に乗員(occupant)が乗っているか否かが含まれている。オーディオシステムは、乗員が第1の乗車位置に乗っているか否かを検出するための検出器をさらに含み得る。

【0007】

低強度の放射方向でのSPL(音圧レベル)は、指向性ラウドスピーカーから等距離とされる地点における、任意方向での最大放射強度に対して少なくとも-6dBの大きさとされる。低強度の放射方向でのSPLは、指向性ラウドスピーカーから等距離とされる地点における、任意方向での最大放射強度に対して少なくとも-10dBの大きさとされる。高強度の放射方向でのSPLは、指向性ラウドスピーカーから等距離とされる地点における、任意方向での最大放射強度の4dB以内とされる。

【0008】

車両は、第1の乗員位置の後方に位置する第3の乗員位置を含んでいる。オーディオシステムは、第1の指向性ラウドスピーカーの後方且つ第3の乗員位置の前方に位置し、さらには第1の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち一方の放射方向とされ、且つ、第3の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち他方の放射方向とされるように、第1のオーディオチャンネルの指向的に放射する構成及び配置とされる第2の指向性ラウドスピーカーをさらに含んでいる。第2の指向性ラウドスピーカーは、第3の乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向とされ、且つ、第1の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、第2のオーディオチャンネルの指向的に放射する構成及び配置とされ得る。

【0009】

指向性ラウドスピーカーは、代替的に補助装置からの第1のオーディオチャンネル又はオーディオ信号を放射する構成及び配置とされ得る。補助装置は無線電話であっても良い。

【0010】

オーディオシステムは、第1の指向性ラウドスピーカーへの第1のオーディオチャンネルのオーディオ信号を遅延させるための回路を含み得る。

【0011】

第1の指向性ラウドスピーカーは、第1の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち他方の放射方向とされるように、第2のオーディオチャンネル

10

20

30

40

50

を指向的に放射する構成及び配置とされ得る。第1の指向性ラウドスピーカーは、第2の乗車位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち他方の放射方向とされるように、第2のオーディオチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とさらにされ得る。低強度の放射方向でのSPLは、指向性ラウドスピーカーから等距離とされる地点における任意方向での最大放射強度に対して少なくとも-6dBの大きさとされる。

【0012】

オーディオシステムは、第1の乗員位置の前方且つ第2の乗員位置の右側に位置している第3の乗員位置をさらに含んでいる。第1の指向性ラウドスピーカーは、第2の乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向とされ、且つ、より多くの音響エネルギーが第2の乗員位置よりも第3の乗員位置に向かっているように、第1のオーディオチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とされ得る。第2の乗員位置及び第3の乗員位置に向かう方向は、共に高強度の放射方向とすることができる。

10

【0013】

本発明の他の態様においては、第1の乗員位置と、第1の乗員位置の前方に位置する第2の乗員位置とを含んでいる車両用の、複数のオーディオチャンネルを含んでいるオーディオシステムの動作方法は、第1の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち一方の放射方向とされ、且つ、第2の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち他方の放射方向とされるように指向的に放射するステップを含んでいる。

【0014】

前記方法は、第2のオーディオチャンネルを放射するステップをさらに含み得る。第2のオーディオチャンネルを放射するステップは、第1のオーディオチャンネルの低強度の放射方向が向けられている乗員位置に向かう方向が第2のオーディオチャンネルの高強度の放射方向とされ、且つ、第1のオーディオチャンネルの高強度の放射方向が向けられている乗員位置に向かう方向が第2のチャンネルの低強度の放射方向とされるように、第2のオーディオチャンネルを指向的に放射するステップを含み得る。車両は、第1の乗員位置の右前方に、且つ、第2の乗員位置の右側に位置する第3の乗員位置と、第1の乗員位置の右側の第2の乗員位置の右後方に、且つ、第3の乗員位置の後方に位置する第4の乗員位置とをさらに含み得る。指向性ラウドスピーカーは、第2の乗員位置及び第3の乗員位置の後方で第1の乗員位置及び第4の乗員位置の前方に、且つ、第3の乗員位置及び第4の乗員位置の左側に取り付けられ得る。前記方法は、第3の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち一方の放射方向とされるように、第3のオーディオチャンネルを指向的に放射するステップと、第3のオーディオチャンネルの低強度の放射方向が向けられている方向が第4のオーディオチャンネルの高強度の放射方向とされるように、第4のオーディオチャンネルを指向的に放射するステップとをさらに含み得る。前記方法は、第1の指向性ラウドスピーカーに対する、第1のオーディオチャンネルの信号及び第2のオーディオチャンネルの信号のうち一方の信号を遅延させるステップをさらに含み得る。前記方法は、第1のオーディオチャンネルの信号及び第2のオーディオチャンネルの信号のうち他方の信号を遅延させるステップをさらに含み得る。前記方法は、第2のオーディオチャンネルを全方向的に放射するステップをさらに含み得る。

20

30

40

【0015】

車両は、第2の乗員位置の前方に位置している第2のラウドスピーカーをさらに含み得る。前記方法は、第2のオーディオチャンネルを放射するステップをさらに含み得る。第2のオーディオチャンネルを放射するステップは、第2の乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向とされるように第2のオーディオチャンネルを指向的に放射するステップをさらに含み得る。第2のオーディオチャンネルを放射するステップは、車両のフロントウィンドウに向かう方向が低強度の放射方向とされるように第2のオーディオチャンネルを指向的に放射するステップをさらに含み得る。

【0016】

前記指向性放射をするステップは、所定の基準に基づいて、全方向的に放射するステッ

50

プ、又は指向的に放射するステップのうち一方のステップを代替的に含んでいる場合がある。所定の基準には、乗員が第1の乗員位置に乗っているか否かが含まれている。前記方法は、乗員が第1の乗員位置に乗っているか否かを検出する検出器をさらに含み得る。低強度の放射方向でのSPLは、指向性ラウドスピーカーから等距離とされる地点における任意方向での最大放射強度に対して少なくとも-6 dBの大きさとされる。低強度の放射方向でのSPLは、指向性ラウドスピーカーから等距離とされる地点における任意方向での最大放射強度に対して少なくとも-10 dBの大きさとされる。高強度の放射方向でのSPLは、指向性ラウドスピーカーから等距離とされる地点における任意方向での最大放射強度に対して4 dB以内とされる。

【0017】

車両は、第1の乗員位置の後方に位置している第3の乗員位置を含み得る。オーディオシステムは、第1の指向性ラウドスピーカーの後方で第3の乗員位置の前方に位置している第2の指向性ラウドスピーカーをさらに含み得る。前記方法は、第1の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち一方の放射方向とされ、且つ、第3の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち他方の放射方向とされるように、第1のオーディオチャンネルを指向的に放射するステップをさらに含み得る。前記方法は、第3の乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向とされ、且つ、第1のチャンネルの高強度放射が向けられている乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、第2のオーディオチャンネルを指向的に放射するステップをさらに含み得る。

【0018】

前記方法は、第2の乗車位置に向かう方向が第2の乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向とされるように、補助装置からの第1のオーディオチャンネル又はオーディオ信号を指向的に放射するステップを代替的に含み得る。補助装置は無線電話であっても良い。

【0019】

前記方法は、第1の指向性ラウドスピーカーへの第1のオーディオチャンネルのオーディオ信号を遅延させるステップを含み得る。

【0020】

車両用オーディオシステムの動作方法は、第2の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち一方の放射方向とされ、且つ、第1の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向及び高強度の放射方向のうち他方の放射方向とされるように、第2のオーディオチャンネルを指向的に放射するステップをさらに含み得る。高強度の放射方向でのSPLは、指向性ラウドスピーカーから等距離とされる地点における任意方向での最大放射強度の4 dB以内とされる。

【0021】

他の態様においては、車両用オーディオシステムは、乗車位置及び音響的反射面を含んでいる。指向性ラウドスピーカーは、乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向及び低強度の放射方向のうち一方の放射方向とされ、音響的反射面に向かう方向が高強度の放射方向及び低強度の放射方向のうち他方の放射方向とされるように、音響エネルギーを指向的に放射する構成及び配置とされている。音響的反射面は、フロントウィンドウであっても良い。音響的反射面は、テールゲートウィンドウ及びリアウィンドウのうち一方であっても良い。

【0022】

他の態様においては、乗員位置及び音響的反射面を備えた車両用のオーディオシステムの動作方法は、乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向及び低強度の放射方向の一方の放射方向とされ、且つ、音響的反射面に向かう方向が高強度の放射方向及び低強度の放射方向の他方の放射方向とされるように、音響エネルギーを指向性放射をするステップを含んでいる。音響的反射面はフロントウィンドウであっても良い。音響的反射面はテールゲートウィンドウ及びリアウィンドウのうち一方であっても良い。

【0023】

10

20

30

40

50

他の態様においては、車両は、音響エネルギーを検出するための、乗員配置 (passenger location) 及びマイクロホンを含んでいる。車両用オーディオシステムは、乗員配置に向かう方向が高強度の放射方向とされ、且つ、マイクロホンに向かう方向が低強度の放射方向とされるように指向的に放射する構成及び配置とされている指向性ラウドスピーカーを含んでいる。マイクロホンは、車両用ノイズ補償システムの構成部品であっても良い。マイクロホンは、無線電話の構成部品であっても良い。マイクロホンは、マイクロホンから指向性ラウドスピーカーに向かう方向が低い検出感度の方向 (a low detection direction) とされる指向性マイクロホンであっても良い。マイクロホンから乗員配置に向かう方向は、高い検出感度の方向 (a high detection direction) であっても良い。

【0024】

他の態様においては、車両用オーディオシステムは、複数のオーディオチャンネルと、指向性ラウドスピーカーと、指向性ラウドスピーカーがオーディオチャンネルのうちのオーディオチャンネルを放射することを特徴とする第1の動作モード (operating mode) と、指向性ラウドスピーカーがオーディオチャンネルのうち異なる一のオーディオチャンネルを放射することを特徴とする第2の動作モードと、を含んでいる。オーディオチャンネルのうちのオーディオチャンネルがセンターチャンネルであって、オーディオチャンネルのうち異なる一のオーディオチャンネルが右チャンネル及び左チャンネルのうち一方のチャンネルであっても良い。第2の動作モードは、指向性ラウドスピーカーが右チャンネル及び左チャンネルのうち他方のチャンネルを放射することをさらに特徴とする。指向性ラウドスピーカーは、右側の乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向とされるように左チャンネルを指向的に放射し、左側の乗員位置に向かう方向が高強度の放射方向とされるように右チャンネルを指向的に放射することができる。指向性ラウドスピーカーは、左側の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向とされるように左チャンネルを指向的に放射し、右側の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向とされるように右チャンネルを指向的に放射することができる。指向性ラウドスピーカーは、センターチャンネルの放射源がビデオディスプレイであると感じられるように構成及び配置されている。指向性ラウドスピーカーは、センターチャンネルの放射がビデオディスプレイを反射するようにセンターチャンネルをビデオディスプレイに向かって放射することができる。第1の動作モードは、前方の乗員位置に向かう方向が低強度の放射方向とされるように指向性ラウドスピーカーがセンターチャンネルを放射することを特徴としている。

【0025】

他の態様においては、車両用オーディオシステムは、複数のオーディオチャンネル及び複数の指向性ラウドスピーカーを含んでいる。オーディオシステムの動作方法は、複数の指向性ラウドスピーカーのうちのスピーカーが第1の放射パターン及び第2の放射パターンのうち一方のパターンを指向的に放射するステップによって特徴づけられる。第1の指向性放射パターンを放射するステップは、第1の複数の指向性ラウドスピーカーによってセンターチャンネルを放射するステップを含んでいる。そして、第2の指向性放射パターンを放射するステップは、第1の複数の指向性ラウドスピーカーに含まれていない指向性ラウドスピーカーのうちのスピーカーによってセンターチャンネルを放射するステップを含んでいる。前記動作方法は、複数の指向性ラウドスピーカーのうち2番目のスピーカーによって第1の指向性放射パターン及び第2の指向性放射パターンのうち一方のパターンを放射するステップをさらに代替的に含んでいる。車両用オーディオシステムの動作方法は、ユーザーによって第1の放射パターン又は第2の放射パターンを選択されるステップをさらに含んでいる。車両用オーディオシステムの動作方法は、判断された条件に基づいて第1の放射パターン又は第2の放射パターンを自動的に選択するステップをさらに含んでいる。

【0026】

他の態様においては、車両用オーディオシステムは、車両ドア内に取り付けられた指向性ラウドスピーカーを含んでいる。指向性ラウドスピーカーは、指向性アレイ (directional array) であっても良い。オーディオシステムは、サラウンドチャンネルを備えた複

10

20

30

40

50

数のチャンネルをさらに含んでいる。指向性ラウドスピーカーは、車両前方に向かう方向が高強度の放射方向とされるように、サラウンドチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とされている。オーディオシステムは、車両後方に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、サラウンドチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とされている。オーディオシステムは、車両後方に向かう方向が高強度の放射方向とされるように、複数のオーディオチャンネルうち他のオーディオチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とすることができる。オーディオシステムは、車両前方に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、複数のオーディオチャンネルのうち他のオーディオチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とすることもできる。オーディオシステムは、車両後方に向かう方向が高強度の放射方向とされるように、複数のオーディオチャンネルのうち他のオーディオチャンネルを指向的に放射する構成及び配置とすることもできる。オーディオシステムは、代替的にサラウンドチャンネルを指向的に又は全方向的に放射する構成及び配置とすることができる。

10

【0027】

オーディオシステムは、サラウンドチャンネルを備えた複数のオーディオチャンネルを含んでいる。そして、指向性ラウドスピーカーは、車両前方に向かってサラウンドチャンネルを放射する構成及び配置とされている。

【0028】

本発明の他の特徴、目的、及び利点は、添付する図面と関連づけて以下の詳細な説明によって明らかにされる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

幾つかの図面における幾つかの要素がブロック図の具体的な要素として表示説明され、“回路”として言及されているが、示されていない限り、要素はアナログ回路及びデジタル回路のうち一の回路若しくはその組み合わせ、又はソフトウェア指令を実行する1つ以上のマイクロプロセッサとして実施され得る。ソフトウェア指令はデジタル信号処理(DSP)指令を含んでいる。幾つかの要素(例えば、信号線、アンプ、イコライザ、信号処理回路、これらに類するもの)は図示されていない。本明細書で説明される幾つかの実施例は、一例として5つの指向性チャンネルを備えたオーディオシステム(例えば、5チャンネルや5.1チャンネル)を利用する。本明細書で説明される原理は、5つの指向性チャンネルよりも少ないチャンネルにも多いチャンネル(例えば、4.1チャンネル、6.1チャンネルや7.1チャンネル)にも適用することができる。単純化のために、“チャンネルyでエンコードされたオーディオ情報を表わすオーディオ信号”を“チャンネルyのオーディオ信号”と、さらには、“チャンネルyでのオーディオ信号に対応する音響エネルギーを放射すること”を“チャンネルyを放射する”と呼ぶ。以下に示されるように、“～の前方”は“～よりも車両の前部により近い”ことを意味する。また、“～の後方”は“～よりも車両の後部により近い”ことを意味する。“～の前方”及び“～の後方”は“～の直前方”や“～の直後方”を意味するが、必ずしもそうである訳ではない。“外側部(laterally outside)”は、“～よりも車両の最近側部に近づいている(closer to the nearest side of the vehicle than)”ことを意味する。

30

40

【0030】

指向性ラウドスピーカーとは、音響エネルギーを幾つかの方向にそれ以外の方向よりも大きく放射する放射パターンを有しているラウドスピーカーである。指向性アレイとは、多数の音響エネルギー源を有している指向性ラウドスピーカーである。指向性アレイにおいては、対応する波長がエネルギー源の間隔(spacing)と大きく関連する周波数の範囲に亘って、音響エネルギー源によって放射された圧力波が破壊的に干渉され、その結果として、前記指向性アレイが、発生した破壊的干渉の程度に依存する、幾分かの音響的エネルギーを異なる方向に放射する。より大きな音響エネルギーが指向的に放射される方向、例えば、指向性ラウドスピーカーから等距離とされる地点における任意方向での音圧レベルが最大の音圧レベル(SPL)の6dB以内(好ましくは-6dB~-4dB、理想的には-4dB

50

～－0 d B) とされる方向は、“高強度の放射方向”とされる。音響エネルギーがほとんど放射されない方向、例えば、指向性ラウドスピーカーから等距離とされる地点における任意方向での最大音圧に対して音圧レベルが少なくとも－6 d Bのレベル（好ましくは－6 d B～－10 d B、理想的には－10 d B以上（例えば－20 d B））とされる方向は、“低強度の放射方向”とされる。すべての図面において、指向性ラウドスピーカーは、2つのコーンタイプの音響ドライバーを有しているスピーカーとして表わされている。指向性ラウドスピーカーは、多素子ラウドスピーカー（multi-element loudspeaker）以外のタイプのラウドスピーカーであっても良い。指向性アレイは少なくとも2つの音響エネルギー源を有し、多くの指向性アレイは2つ以上の音響エネルギー源を有している。例えば、1つ以上の平面において放射パターンを制御することによって、音響エネルギー源の数の増加が、指向性ラウドスピーカーの放射パターンを制御する必要性を高める。図面における指向性ラウドスピーカーは、該ラウドスピーカーの配置を表わしているが、音響エネルギー源の数や向きを必ずしも表わしている訳ではない。音響エネルギー源の数及び向きと、指向性放射パターンを作るために必要とされる信号処理とは、背景技術（Background section）で説明された技術を実施することによって成される。

【0031】

ラウドスピーカーの指向特性は、一般に図1の極座標のように極座標表示される。ポーラープロット10は、指向性ラウドスピーカーの放射指向特性（この場合には、いわゆる“カージオイド”パターン（“cardioid” pattern））を表わしている。ポーラープロット12は、第2のタイプの指向性ラウドスピーカーにおける放射指向特性（この場合には、ダイポールパターン（dipole pattern））を表わしている。ポーラープロット10、12は、指向性放射パターンを示している。点線14で示された低強度放射方向は、“ヌル方向（null directions）”であっても良いが、必ずしも“ヌル方向”である必要はない。ヌル方向は、音響エネルギー源の図心（centroid）から始まり、音響エネルギー源から等距離で離隔された他の地点に対して局所的に最小の音圧レベルとされる地点に接続しているベクトルによって図示されている。高強度の放射方向は実線16によって示されている。極座標においては、高強度の放射方向におけるベクトル長さは、該方向に放射される相対的な音響エネルギー量を表わしている。例えば、カージオイドポーラーパターンにおいては、より大きな音響エネルギーが、方向62よりも方向60に向かって放射される。

【0032】

以下に説明する車両用オーディオシステムは、音響エネルギーを幾つかの方向にそれ以外の方向よりも大きく放射する指向性ラウドスピーカーを含んでいる。大抵の状況においては、（上述のように）より大きな音響エネルギーが放射される方向は高強度の放射方向であって、（上述のように）音響エネルギーが放射されない方向が低強度の放射方向であることが望ましい。しかしながら、大抵の状況においては、たとえ音響エネルギーがより大きく放射される方向及び音響エネルギーがほとんど放射されない方向が共に高強度の放射方向とされる場合であっても、従来のオーディオシステムを克服する幾つかの改善点を得ることができる。本明細書においては、共に高強度の放射方向とされる、音響エネルギーがより大きく放射される方向及び音響エネルギーがほとんど放射されない方向に特に適合される状況に留意すべきである。

【0033】

図2Aは、車両内部18の一部についての線図を表わしている。前記車両内部には、前席乗員位置20及び後席乗員位置22が備えられている。車両中央部の指向性ラウドスピーカー24は、前席乗員位置20の後方且つ後席乗員位置22の前方に取り付けられ、好ましくは前席乗員位置20及び後席乗員位置22の外側部に（例えば、後方ドア、Bピラー、前席乗員位置20のシートに設けられたシートバック、又は天井に）取り付けられている。図2A及び他のすべての図面においては、指向性ラウドスピーカーの配置は乗員位置と相対的な該指向性ラウドスピーカーの位置によって規定され、上述の典型的な構造的要素によっては規定されない。例えば、車両中央部の指向性ラウドスピーカー24の配置は、Bピラー、後方ドア、又はシートバックの内部に限定される訳ではない。後方の指向

性ラウドスピーカー 26 は、後席乗員位置 22 の後方且つ好ましくは該乗員位置の外側部に取り付けられている。指向性ラウドスピーカー 24, 26 は、この典型的な左側のサウンド (LS) チャンネルに少なくとも 1 つのサウンドチャンネルを有しているサウンドシステムの構成部品である。前席乗員位置 20 の前方且つ好ましくは該乗員位置の外側部に (例えば、A ピラー、ダッシュボード、前席足下の空間 (footwell)、又は前方ドアに) 取り付けられている前方の指向性ラウドスピーカー 30 も備えられている。図面は、水平面における指向性ラウドスピーカーの指向特性を表わしている。指向性ラウドスピーカーによって、垂直方向の構成部品を有している方向は高強度の放射方向又は低強度の放射方向とされる。指向性ラウドスピーカーは、乗員の頭部に向かう方向が高強度の放射方向又は低強度の放射方向とされるように、指向的に放射する規定及び構成されている。以下 10
においては、乗員位置とは、車両の搭乗人員の頭部高さを含んでいる。

【0034】

車両中央部の指向性ラウドスピーカー 24 は、前席乗員位置 20 に向かう方向 120 が高強度の放射方向とされ、且つ、後席乗員位置 22 に向かう方向 122 が低強度の放射方向とされるように、LS チャンネルを放射する構成及び配置とされている。後方の指向性ラウドスピーカー 26 は、後席乗員位置 22 に向かう方向 222 が高強度の放射方向とされ、且つ、リアウインドウ 28 に向かう方向 228 が低強度の放射方向とされるように、LS チャンネルを指向的に放射する構成及び配置とされている。代替的に、後方の指向性ラウドスピーカー 26 は、後席乗員位置 22 に向かう方向 222 が低強度の放射方向とされ、且つ、リアウインドウ 26 に向かう方向 228 が高強度の放射方向とされるように構成及び配置されていても良い。他の実施例においては、指向性ラウドスピーカー 26, 30 は、従来の無指向性ラウドスピーカーによって置き換えられていても良い。 20

【0035】

図 2 B も、車両内部 18 についての線図を表わしている。図 2 B に示す配置においては、車両中央部の指向性ラウドスピーカー 24 は、前方の乗員位置 20 に向かう方向 420 を低強度の放射方向とするために、後方の乗員 22 に向かう方向 422 が高強度の放射方向とされるように L (左) チャンネルを放射する。前方の指向性ラウドスピーカー 30 は、乗員位置 20 に向かう方向 320 が高強度の放射方向とされ、且つ、フロントウインドウ 32 に向かう方向 332 が低強度の放射方向とされるように、L チャンネルを指向的に放射する構成及び配置とされている。 30

【0036】

図 2 C は、図 2 A 及び図 2 B の配置を組み合わせた、車両内部 18 の線図である。

【0037】

図 2 C のオーディオシステムにおいては、図 2 C のラウドスピーカー 24 は、第 2 の方向よりも第 1 の方向における第 1 のチャンネル (one channel) から、より大きな音響エネルギーを放射し、同時に、第 4 の方向よりも第 3 の方向における第 2 のチャンネルからより大きな音響エネルギーを放射する。幾つかの実施例においては、第 2 の方向が第 3 の方向と同一方向とされるか、若しくは第 1 方向が第 4 の方向とされる。または、第 2 の方向が第 3 の方向と同一方向とされ、且つ、第 1 方向が第 4 の方向とされる。言い換えれば、単一のラウドスピーカーは、2 つの異なる放射パターンで 2 つの異なるオーディオ信号を同時に放射する。このことを実施するための技術は、背景技術で示された 1 つ以上の文献に開示されている。第 1 の乗員位置 (one passenger position) の乗員は、第 2 のチャンネルに対応する音響エネルギーよりも大きな第 1 のチャンネルに対応する音響エネルギーを受容する。そして、第 1 の乗員位置の後方又は前方に位置する第 2 の乗員位置の乗員は、第 1 のチャンネルに対応する音響エネルギーよりも大きな第 2 のチャンネルに対応する音響エネルギーを受容する。 40

【0038】

図 2 A ~ 図 2 C に示す配置は、多くの利点を有している。L チャンネルは、相対的に左前方の乗員位置から前席乗員位置 20 及び後席乗員位置 22 の両方の乗員に向かって指向的に放射されると同時に、L チャンネルは、車両後方からいずれの乗員位置の乗員に向か 50

ってはほとんど放射されない。L Sチャンネルは、相対的に左後方の乗員位置から前席乗員位置 20 及び後席乗員位置 22 の両方の乗員に向かって指向的に放射されると同時に、L Sチャンネルは、車両前方からいずれの乗員位置の乗員に向かってはほとんど放射されない。このことが、より良い音像を提供する。

【0039】

図 2 Dを参照すると、ディレイ (delay) を利用することによって、すなわち、第 1 の指向性ラウドスピーカーが第 2 のラウドスピーカーの放射後にオーディオ信号を放射するように、第 2 のラウドスピーカー (指向性ラウドスピーカーであっても良い) に適用されるオーディオ信号に対して、第 1 の指向性ラウドスピーカーに適用されるオーディオ信号を遅延させることによって、音像はさらに改善され得ることが理解される。例えば、オーディオシステムは、前方の指向性ラウドスピーカー 30 への L 信号に対して、車両中央部の指向性ラウドスピーカー 24 への L 信号を遅延させるためのディレイ 29 L を有していても良い。前席の乗員位置 20 の聴取者は、車両中央部の指向性ラウドスピーカー 24 からの放射を聞く前に、前方の指向性ラウドスピーカー 30 からの L チャンネルからの放射を聞く。前述の効果 (ハース効果 (Haas effect) と呼ばれる) によって、車両中央部の指向性ラウドスピーカー 24 から L チャンネル放射を聞く前に、前方の指向性ラウドスピーカー 30 から L チャンネル放射を聞くことによって、前席乗員位置 20 の聴取者は L 信号の放射源が前方の指向性ラウドスピーカーであると認識する。前席の乗員位置 20 の乗員は、車両中央部の指向性ラウドスピーカー 24 からよりも前方の指向性ラウドスピーカー 30 からより大きな L 放射を受容することを理由として、前方の指向性ラウドスピーカー 30 が L チャンネル放射源であると認識する傾向があるので、これにより、音像をさらに向上させるためにマグニチュードキュー (magnitude cue) を提供するタイムキュー (出力時間指定) が備えられている。

【0040】

同様に、オーディオシステムは、前述の効果が後方の乗員位置 22 の乗員に L S 放射源が後方の指向性ラウドスピーカー 26 であると認識させるマグニチュードキューを提供するように、後方の指向性ラウドスピーカー 26 への L S 信号に対して、車両中央の指向性ラウドスピーカー 24 への L S 信号を遅延させるために、ディレイ 29 L S を有している場合がある。ディレイ量は、前席で聴取している乗員の位置 20 に最初に到達する L S 放射が後方の指向性ラウドスピーカー 26 からの放射とされるように決定することができる。このことによって、前方の乗員位置 20 の乗員は音の広がりをもより強く感じることができる。

【0041】

図 2 A ~ 図 2 C の配列のさらなる利点は、従来のラウドスピーカーが前方の指向性ラウドスピーカー 30 及び後方の指向性ラウドスピーカー 26 と同様の位置に配置された場合には、リアウィンドウ 28 及びフロントウィンドウ 32 からの早期反射 (early reflection) がそれ自体よりも小さいことである。早期反射とは、聴取空間 (listening space) への経路長さ (path length) が直達放射 (direct radiation) の経路長さよりも十分に長くないために生じる反射である。早期放射は、スピーカーの周波数応答に悪影響を及ぼすので望ましくない。早期放射に起因する周波数応答の悪化 (anomaly) は、車両内部の異なる位置で異なる周波数で発生するので、従来方法 (例えば、等化法 (equalization)) によって処置することが困難である。同様の利点を有している代替的な実施例は、図 2 A 及び図 2 C に示す、後方の乗員位置 22 に向かう方向 222 が低強度の放射方向とされ、且つ、反射面に向かう方向 228 が高強度の放射方向とされるように放射パターンを配置されている。この配置を利用することによって、上述の周波数特性の悪化が低減され、後席の乗員位置 22 の乗員は L S チャンネル減がリアウィンドウ 28 であると認識し易くなる。

【0042】

図 3 A 及び図 3 B は、オーディオシステムを備えた車両内部の線図を表わしている。前記図面は、バン、ミニバン、スポーツユーティリティビークル (SUV) などのような、2

10

20

30

40

50

列以上の座席を有している車両を想定したものである。車両内部には、複数の乗員位置がある。この場合には、車両内部には、左前方の乗員位置 2 0 L 及び右前方の乗員位置 2 0 R と、左中央の乗員位置 2 1 L 及び右中央の乗員位置 2 1 R と、左後方の乗員位置 2 2 L 及び右後方の乗員位置 2 2 R とがある。左前方の指向性ラウドスピーカー 3 0 L 及び右前方の指向性ラウドスピーカー 3 0 R は、前方の乗員位置 2 0 L, 2 0 R の前方且つ好ましくは外側部に取り付けられている（例えば、フロントドアやダッシュボードの内部に）。左側車両中央部前方（left forward mid-vehicle）の指向性ラウドスピーカー 3 4 L 及び右側車両中央部前方（right forward mid-vehicle）の指向性ラウドスピーカー 3 4 R が、前方の乗員位置 2 0 L, 2 0 R の後方で、好ましくは該乗員位置の外側部に、且つ、車両中央部の乗員位置 2 1 L, 2 1 R の前方で、好ましくは該乗員位置の外側部に取り付けられている（例えば、リアドアや天井）。左側車両中央部後方（left rearward mid-vehicle）の指向性ラウドスピーカー 3 6 L 及び右側車両中央部後方（right rearward mid-vehicle）の指向性ラウドスピーカー 3 6 R は、中央部の乗員位置 2 1 L, 2 1 R の後方で、好ましくは該乗員位置の外側部に、且つ、後方の乗員位置 2 2 L, 2 2 R の前方で、好ましくは該乗員位置の外側部に取り付けられている（例えば、側壁や天井）。後方の指向性ラウドスピーカー 2 6 L, 2 6 R は、後方の乗員位置 2 2 L, 2 2 R の後方に取り付けられ、さらには該乗員位置の外側部（例えば、側壁、天井やテールゲート）に取り付けられていても良い。中央前方の指向性ラウドスピーカー 3 0 C は、前方の乗員位置 2 0 L 及び 2 0 R の前方、且つ、該乗員位置の間に取り付けられている（例えば、ダッシュボード、バックミラー、フロアコンソールや天井）。中央後方の指向性ラウドスピーカー 2 6 C は、後方の乗員位置 2 2 L 及び 2 2 R の後方、且つ、該乗員位置の間に取り付けられている（例えば、テールゲートや天井）。車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 3 8 は、前方の乗員位置 2 0 L, 2 0 R の後方に、且つ、中央部の乗員位置 2 1 L 及び 2 1 R の前方で該乗員位置の間に取り付けられている（例えば、コンソールや天井）。車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 4 0 は、中央部の乗員位置 2 1 L 及び 2 1 R の後方で、後方の乗員位置 2 2 L 及び 2 2 R の前方且つ該乗員位置の間に取り付けられている（例えば、コンソールや天井）。ビデオディスプレイ 4 2 は、スクリーンが中央部の乗員位置及び後方の乗員位置から見られるように取り付けられている（例えば、コンソールの後面や天井）。車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 4 0 は、任意の適切な構造要素に取り付けられていても良く、コンソールの後面や天井に限定される訳ではない。車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 3 8 及び車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 4 0 は、両方とも 4 つの異なるチャンネル L, R, L S、及び R S を指向的に放射する。他の実施例においては、車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 3 8 及び車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 4 0 も、センターチャンネル C を放射する。車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 3 8 及び車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 4 0 は、4 つの音響ドライバーのように、2 つの独立した指向性ラウドスピーカー又は 2 つ以上の要素を有している一の指向性ラウドスピーカーとして実施される。

【0043】

図 3 A は、“ミュージックモード”と呼ばれる第 1 のモードで動作するオーディオシステムにおける高強度の放射方向を表わしている。左前の指向性ラウドスピーカー 3 0 L は、左前方の乗員位置 2 0 L に向かう方向が高強度の放射方向とされるように左チャンネルを指向的に放射する。中央前方の指向性ラウドスピーカー 3 0 C は、左前方の乗員位置 2 0 L に向かう方向が高強度の放射方向とされるように右チャンネルを指向的に放射し、右前の乗員位置 2 0 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように左チャンネルを指向的に放射する。右前の指向性ラウドスピーカー 3 0 R は、右前の乗員位置 2 0 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように右チャンネルを指向的に放射する。左側車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 3 4 L は、左前方の乗員位置 2 0 L に向かう方向が高強度の放射方向とされるように左サラウンドチャンネルを指向的に放射し、左中央の乗員位置 2 1 L に向かう方向が高強度の放射方向とされるように左チャンネルを指向的に放射する。車両中央部前方の多素子指向性ラウドスピーカー 3 8 は、左前方の乗員位置 2 0 L に

向かう方向が高強度の放射方向とされるように右サラウンドチャンネルを指向的に放射し、右前の乗員位置 20 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように左サラウンドチャンネルを指向的に放射し、左中央の乗員位置 21 L に向かう方向が高強度の放射方向とされるように右チャンネルを指向的に放射し、右中央の乗員位置 21 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように左チャンネルを指向的に放射する。右側車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 34 R は、右前の乗員位置 20 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように右サラウンドチャンネルを指向的に放射し、右中央の乗員位置 21 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように右サラウンドチャンネルを指向的に放射し、右中央の乗員位置 21 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように右チャンネル信号を指向的に放射する。左側車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 36 L は、左中央の乗員位置 21 L に向かう方向が高強度の放射方向とされるように左サラウンドチャンネルを指向的に放射し、左後方の乗員位置 22 L に向かう方向が高強度の放射方向とされるように左チャンネルを指向的に放射する。車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 40 は、左中央の乗員位置 21 L に向かう方向が高強度の放射方向とされるように右サラウンドチャンネルを指向的に放射し、右中央の乗員位置 21 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように左サラウンドチャンネルを指向的に放射し、左後方の乗員位置 22 L に向かう方向が高強度の放射方向とされるように右チャンネルを指向的に放射し、右後方の乗員位置 22 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように左チャンネルを指向的に放射する。右側車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 36 R は、右中央の乗員位置 21 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように右サラウンドチャンネルを指向的に放射し、右後方の乗員位置 22 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように右チャンネルを指向的に放射する。図示の如く載置されている場合には、左後方の指向性ラウドスピーカー 26 L は、図示の如く全方向に左サラウンドチャンネルを放射する。左後方の指向性ラウドスピーカー 26 L が側壁のように早期反射される位置に載置されている場合には、左後方の指向性ラウドスピーカー 26 L は、左後方の乗員位置 22 L に向かう方向が高強度の放射方向とされるように L S チャンネルを指向的に放射する。中央後方の指向性ラウドスピーカー 26 C は、左後方の乗員位置 22 L に向かう方向が高強度の放射方向とされるように右サラウンドチャンネルを指向的に放射し、右後方の乗員位置 22 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように左サラウンドチャンネルを指向的に放射する。図示の如く載置されている場合には、右後方の指向性ラウドスピーカー 26 R は、図示の如く全方向に右サラウンドチャンネルを放射する。右後方の指向性ラウドスピーカー 26 R が側壁のように早期反射される位置に載置されている場合には、右後方の指向性ラウドスピーカー 26 R は、右後方の乗員位置 22 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように右サラウンドチャンネルを指向的に放射する。

【0044】

幾つかのオーディオ素材 (audio material) は、センターチャンネル情報を有している場合がある。ミュージックモードでセンターチャンネル情報を放射するために、図 3 A の括弧付表示 (parenthetical expression) によって示される通り、参照符号 44 R F, 44 L I, 44 L R、及び 44 R R のようなセンターチャンネルスピーカー (指向性ラウドスピーカーであってもそうでなくても良い) を利用することができる。代替的に、図 3 の括弧付表示によって示される通り、センターチャンネルは左右両チャンネルとミックスされ得る。

【0045】

図 3 B は、ミュージックモードで動作している、図 3 A のオーディオシステムにおける低強度の放射方向を表わしている。左前方の指向性ラウドスピーカー 30 L は、フロントウィンドウ 32 に向かう方向が低強度の放射方向とされるように左チャンネルを指向的に放射する。中央前方の指向性ラウドスピーカー 30 C は、左前方の乗員位置 20 L に向かう方向が低強度の放射方向とされるように左チャンネルを指向的に放射し、右前方の乗員位置 20 R に向かう方向が低強度の放射方向とされるように右チャンネルを指向的に放射する。右前方の指向性ラウドスピーカー 30 R は、フロントウィンドウ 32 に向かう方向

が低強度の放射方向とされるように右チャンネルを指向的に放射する。左側車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 34 L は、左前方の乗車位置 20 L に向かう方向が低強度の放射方向とされるように左チャンネルを指向的に放射し、左中央部の乗車位置 21 L に向かう方向が低強度の放射方向とされるように左サラウンドチャンネルを指向的に放射する。車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 38 は、左前方の乗員位置 20 L が低強度の放射方向とされるように、右チャンネル、左チャンネル、及び左サラウンドチャンネルを指向的に放射する。車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 38 は、右前方の乗員位置 20 R に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、左チャンネル、右チャンネル、及び右サラウンドチャンネルを指向的に放射する。左中央の乗員位置 21 L に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、右サラウンドチャンネル、左サラウンドチャンネル、及び左チャンネルを指向的に放射する。さらに、車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 38 は、右中央の乗員位置 21 R に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、左サラウンドチャンネル、左チャンネル、及び右サラウンドチャンネルを指向的に放射する。右側車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 34 R は、右前方の乗員位置 20 R に向かう方向が低強度の放射方向とされるように右チャンネルを指向的に放射し、右中央の乗員位置 21 R に向かう方向が低強度の放射方向とされるように右サラウンドチャンネルを指向的に放射する。左側車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 36 L は、左中央の乗員位置 21 L が低強度の放射方向とされるように左チャンネルを指向的に放射し、左後方の乗員位置 22 L が低強度の放射方向とされるように左サラウンドチャンネルを指向的に放射する。車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 40 は、左中央の乗員位置 21 L に向かう方向が低強度の放射方向とされるように右チャンネル、左チャンネル、及び左サラウンドチャンネルを指向的に放射する。車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 40 は、右中央の乗員位置 21 R に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、左チャンネル、右チャンネル、及び右サラウンドチャンネルを指向的に放射する。車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 40 は、左後方の乗員位置 22 L に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、右サラウンドチャンネル、左チャンネル、及び左サラウンドチャンネルを指向的に放射する。さらに、車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 40 は、右後方の乗員位置 22 R に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、左サラウンドチャンネル、右チャンネル、及び右サラウンドチャンネルを指向的に放射する。右側車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 36 R は、右中央の乗員位置 21 R に向かう方向が低強度の放射方向とされるように右チャンネルを指向的に放射し、右後方の乗員位置 22 R に向かう方向が低強度の放射方向とされるように右サラウンドチャンネルを指向的に放射する。中央後方の指向性ラウドスピーカー 26 C は、左後方の乗員位置 22 L に向かう方向が低強度の放射方向とされるように L S チャンネルを指向的に放射し、右後方の乗員位置 22 R に向かう方向が低強度の放射方向とされるように R S チャンネルを指向的に放射する。後方の指向性ラウドスピーカー 26 L, 26 C, 26 R のうち 1 つ以上の指向性ラウドスピーカーが、放射がフロントウィンドウやリアウィンドウのような反射面で反射されるように位置決めされている場合には、該指向性ラウドスピーカーは、図 3 B には示されないが、反射面に向かう方向が低強度の放射方向とされるように指向的に放射する。ミュージックモードにおけるセンターチャンネル情報が存在する場合には、センターチャンネルは、図 3 A の括弧付表示によって示される通り、左右両チャンネルとミックスされる。この場合においては、車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 38 は、左前方の乗員位置 20 L に向かう方向が低強度の放射方向とされるようにセンターチャンネルを指向的に放射し、右前方の乗員位置 20 R に向かう方向が低強度の放射方向とされるようにセンターチャンネルを指向的に放射する。車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 40 は、左中央の乗員位置 21 L に向かう方向が低強度の放射方向とされるようにセンターチャンネルを指向的に放射し、右中央の乗員位置 21 R に向かう方向が低強度の放射方向とされるようにセンターチャンネルを指向的に放射する。左側車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 34 L は、左前方の乗員位置 20 L に向かう方向が低強度の放射方向とされるようにセンターチャンネルを指向的に放射する。右側車両中央部前方の指向性ラウドスピー

カー 3 4 R は、右前方の乗員位置 2 0 R に向かう方向が低強度の放射方向とされるようにセンターチャンネルを指向的に放射する。左側車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 3 6 L は、左中央の乗員位置 2 1 L に向かう方向が低強度の放射方向とされるようにセンターチャンネルを指向的に放射する。右側車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 3 6 R は、右中央の乗員位置 2 1 R に向かう方向が低強度の放射方向とされるようにセンターチャンネルを指向的に放射する。

【0046】

本発明の他の実施形態においては、指向性スピーカー及び無指向性スピーカーの他の組み合わせを有していても、図 3 A のすべての構成要素を備えていなくても良い。例えば、ラウドスピーカー 3 4 L, 3 4 R, 3 6 L, 3 6 R は図示の如く指向性ラウドスピーカー 10 であっても良く、図 3 A のその他のラウドスピーカーのすべてが従来の全方向性ラウドスピーカー (omni-directional loudspeaker) に置き換えることができる。全方位放射は指向性放射よりも効果的である。なぜならば、音響的エネルギーが失われ破壊的干渉に至らないからである。中央後方の指向性ラウドスピーカー 2 6 C を有しない実施例においては、左後方の指向性ラウドスピーカー 2 6 L は、より大きな音響エネルギーが乗員位置 2 2 L よりも乗員位置 2 2 R に向かって放射されるように、L S チャンネルを放射するように構成され得る。そして、後方の指向性ラウドスピーカー 2 6 R は、より大きな音響エネルギーが乗員位置 2 2 R よりも乗員位置 2 2 L に向かって放射されるように、R S チャンネルを放射するように構成され得る。当該実施例は、音響エネルギーが遠くの乗員位置よりも近くの乗員位置に放射されない限り、たとえ乗員位置 2 2 L 及び 2 2 R に向かう方向が両方とも 20 高強度の放射方向であっても許容され得る。3 d B 又は 4 d B の差は、理想的な結果として十分である。放射パターンが後方のラウドスピーカー 2 6 L 及び 2 6 R を後方座席位置 2 2 L 及び 2 2 R に近接するようにオフセットされることによって、後方座席位置 2 2 L 及び 2 2 R の乗員は L S チャンネル及び R S チャンネルを略等しく聞くことができる。車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 3 8 を有していない構成又は車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 3 8 がサラウンドチャンネルを放射するために利用されていない構成では、左側車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 3 4 L は、より大きな音響エネルギーが左前方の座席位置 2 0 L よりも右前方の乗員位置 2 0 R に向かって放射されるように、L S チャンネルを放射するように構成され得る。そして、右側車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 3 4 R は、より大きな音響エネルギーが右前方の座席位置 2 0 R よりも左 30 前方の座席位置 2 0 L に向かって放射されるように構成され得る。また、車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 4 0 を有していない構成又は車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 4 0 がサラウンドチャンネルを放射するために利用されていない構成では、左側車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 3 6 L は、より大きな音響エネルギーが左中央の座席位置 2 1 L よりも右中央の座席位置 2 1 R に向かって放射されるように構成され得る。そして、右側車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 3 6 R は、より大きな音響エネルギーが右中央の座席位置 2 0 R よりも左中央の座席位置 2 0 L に向かって放射されるように R S チャンネルを放射するように構成され得る。車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 4 0 は、図 3 A と同様に L S チャンネル及び R S チャンネルを前方に放射し、センターチャンネルを後方に放射するように構成されていても良い。 40

【0047】

図 3 A 及び図 3 B におけるオーディオシステムには、以下の利点がある。各乗員位置での音像が前後左右でより良くバランスされている点。音源から各乗員位置の右側に向かう左右のサラウンドチャンネル放射を低減し、これに対応して音源から各乗員位置の左側に向かう左右のサラウンドチャンネル放射を低減することができる点。音源から各乗員位置の後方に向かう左右のチャンネル放射を低減し、これに対応して音源から各乗員位置の前方へ向かう左右のサラウンドチャンネル放射を低減することができる点。早期反射を低減する点。等化パターン (equalization patterns) が高位置に依存 (highly position dependent) する必要がないので、各乗員位置についての音場が非常に類似している点。

【0048】

図 3 C 及び図 3 D は、異なるモード、いわゆる“ムービーモード”で動作する、図 3 A 及び図 3 B のオーディオシステムを表わしている。図 3 C 及び図 3 D においては、ビデオ画像（例えば、DVD ビデオ）がビデオディスプレイ 42 のスクリーンに表示されている。図 3 C の配置では、左前方の指向性ラウドスピーカー 30 L、中央前方の指向性ラウドスピーカー 30 R、及び右前方の指向性ラウドスピーカー 30 R は何も放射しない。設置されている場合には、センターチャンネルのスピーカー 44 L F, 44 R F, 44 L I, 44 R I, 44 L R、及び 44 R R も同様である。代替的に、指向性ラウドスピーカー 30 L, 30 C, 30 R、及びセンターチャンネルスピーカー 44 L F, 44 R F, 44 L I, 44 R I, 44 L R, 44 R R のうち 1 つ以上のスピーカーが、設けられている場合には、低周波数放射を全方位的に放射するか、又は、センターチャンネルラウドスピーカー 44 L F, 44 R F, 44 L I, 44 R I, 44 L R, 44 R R が、設けられている場合には、センターチャンネルを放射することができる。左側車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 34 L は、右中央の乗員位置 21 R に向かう方向が高強度の放射方向とされ、且つ、好ましくはより多くの音響エネルギーが左中央の乗員位置 21 L よりも右中央の乗員位置 21 R に向かって放射されるように、左チャンネルを指向的に放射する。中央の乗員位置 21 L 及び 21 R に向かう方向の両方が、音響エネルギーが遠くの乗員位置よりも近くの乗員位置に向かって放射される限り、共に高強度の放射方向とすることができるか、又は正に望ましい。3 d B 又は 4 d B の差は理想的な結果として十分である。放射パターンが後方のラウドスピーカー 34 L を中央の座席位置 21 L に近接するようにオフセットさせることによって、中央の座席位置 21 L 及び 21 R の乗員は L チャンネル放射を略等しく聞くことができる。車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 38 は、中央の乗員位置 21 L, 21 R に向かう方向が高強度の放射方向とされ、且つ、後方の乗員位置 22 L, 22 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように、センターチャンネルを指向的に放射する。代替的に又は付加的に、車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 38 は、ビデオディスプレイ 42 に向かう方向が高強度の放射方向とされることによって、図 3 C に示す如く、センターチャンネルの放射がビデオディスプレイ 42 で反射され、且つ、センターチャンネルの音源が該ディスプレイに現れるように、センターチャンネルを指向的に放射することができる。代替的に、センターチャンネルは、特許文献 3 に開示されている技術を利用することによって放射され得る。右側車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 34 R は、左中央の乗員位置 21 L に向かう方向が高強度の放射方向とされ、且つ、矢印によって方向を図示した通り、好ましくはより大きな音響エネルギーが右中央の乗員位置 21 R よりも左中央の乗員位置 21 L に向かって放射されるように、右チャンネルを指向的に放射する。音響エネルギーが遠くの乗員位置よりも近くの乗員位置に向かって放射されない限り、中央の乗員位置 21 L, 21 R に向かう方向の両方が共に高強度の放射方向とすることができるか、又は正に望ましい。3 d B 又は 4 d B の差は、理想的な欠かとして十分である。放射パターンが後方のラウドスピーカー 34 R を中央の座席位置 21 R に近接するようにオフセットさせることによって、中央の乗員位置 21 L 及び 21 R の乗員は R チャンネルの放射を略等しく聞くことができる。左側車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 36 L は、左中央の乗員位置 21 L に向かう方向が高強度の放射方向とされるように左サラウンドチャンネルを指向的に放射し、左後方の乗員位置 22 L に向かう方向が高強度の放射方向とされるように左チャンネルを指向的に放射する。車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 40 は、左中央の乗員位置 21 L に向かう方向が高強度の放射方向とされるように右サラウンドチャンネルを指向的に放射する。車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 40 は、右中央の乗員位置 21 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように左サラウンドチャンネルを指向的に放射する。車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 40 は、左後方の乗員位置 22 L に向かう方向が高強度の放射方向とされるように右チャンネルを指向的に放射する。そして、車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 40 は、右後方の乗員位置 22 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように左チャンネルを指向的に放射する。車両中央部後方の指向性ラウドスピーカーは、センターチャンネルも放射する場合がある。右側車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 36 R は

、右後方の乗員位置 2 2 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように右チャンネルを指向的に放射し、右中央の乗員位置 2 1 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように右サラウンドチャンネルを指向的に放射する。左後方の指向性ラウドスピーカー 2 6 L は、左後方の乗員位置 2 2 L に向かう方向が高強度の放射方向とされるように左サラウンドチャンネルを指向的に放射する。中央後方の指向性ラウドスピーカー 2 6 R は、左後方の乗員位置 2 2 L に向かう方向が高強度の放射方向とされるように右サラウンドチャンネルを指向的に放射し、右後方の乗員位置 2 2 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように左サラウンドチャンネルを指向的に放射する。右側後方の指向性ラウドスピーカー 2 6 R は、右後方の乗員位置 2 2 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように右サラウンドチャンネルを指向的に放射する。

10

【0049】

図 3 D は、図 3 C に示すモードで動作しているオーディオシステムにおける低強度の放射方向を表わしている。左側車両中央部方の指向性ラウドスピーカー 3 4 L は、車両の乗員室の前方に向かう方向が低強度の放射方向とされるように左チャンネルを指向的に放射する。車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 3 8 は、前方の座席位置 2 0 L, 2 0 R に向かう方向が低強度の放射方向とされるようにセンターチャンネルを指向的に放射する。右側車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー 3 4 R は、乗員室の前方に向かう方向が低強度の放射方向とされるように右チャンネルを指向的に放射する。左側車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 3 6 L は、左中央の乗員位置 2 1 L に向かう方向が低強度の放射方向とされるように左チャンネルを指向的に放射し、左後方の乗員位置 2 2 L に向かう方向が低強度の放射方向とされるように左サラウンドチャンネルを指向的に放射する。車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 4 0 は、左中央の乗員位置 2 1 L に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、右チャンネル、左チャンネル、及び左サラウンドチャンネルを指向的に放射する。車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 4 0 は、右中央の乗員位置 2 1 R に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、左チャンネル、右チャンネル、及び右サラウンドチャンネルを指向的に放射する。車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 4 0 は、左後方の乗員位置 2 2 L に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、左チャンネル、左サラウンドチャンネル、及び右サラウンドチャンネルを指向的に放射する。そして、車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 4 0 は、右後方の乗員位置 2 2 R に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、右チャンネル、左サラウンドチャンネル、及び右サラウンドチャンネルを指向的に放射する。右側車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー 3 6 R は、右中央の乗員位置 2 1 R に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、右チャンネルを指向的に放射し、右後方の乗員位置 2 2 R に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、右サラウンドチャンネルを指向的に放射する。後方の指向性ラウドスピーカー 2 6 L, 2 6 C, 2 6 R のうち 1 つ以上の指向性スピーカーが反射面近傍に設けられている場合には、該指向性ラウドスピーカーは、反射面に向かう方向（図示しない）が低強度の放射方向とされるように指向的に放射され得る。ミュージックモードの場合において、中央後方の指向性ラウドスピーカー 2 6 C を有していない実施形態では、より良い音のバランスを達成するために、左後方の指向性ラウドスピーカー 2 6 L が、左後方の乗員位置 2 2 L に向かう方向が低強度の放射方向とされ、且つ、右後方の乗員位置 2 2 R に向かう方向が高強度の放射方向とされるように構成されており、さらには、右後方の指向性ラウドスピーカー 2 6 R が、右後方の乗員位置 2 2 R に向かう方向が低強度の放射方向とされ、且つ、左後方の乗員位置 2 2 L に向かう方向が高強度の放射方向とされるように構成されている場合がある。

20

30

40

【0050】

図 3 C 及び図 3 D の如く動作するオーディオシステムは、図 3 A 及び図 3 B におけるオーディオシステムと同一の、幾つかの利点を有している。音源から各乗員位置に向かう左右チャンネルの放射を低減し、これに対応して、音源から各乗員位置の前方に向かう左右サラウンドチャンネルの放射を低減する。このことによって、前後の音のバランスが改善される。“ビデオモード”では、指向性放射パターンが中央の乗員位置を指向性ラウドス

50

ピーカーのより近傍にオフセットさせるので、結果的に中央の乗員位置での左右の音のバランスが改善される。早期反射が低減されるので、周波数応答が改善される。付加的に、図 3 C 及び図 3 D の如く動作するオーディオシステムは、センターチャンネルの仮想点音源 (apparent source) を実際に配置することができる。これにより、ビデオを鑑賞する際には、センターチャンネルの仮想点音源がビデオ画像にあるように感じられる。またさらに、中央の乗員位置及び後方の乗員地の乗員は、運転手や前席の乗員に迷惑をかけたり気を散らすことなく、比較的高音でビデオのオーディオ部分を楽しむことができる。従来の車両用オーディオシステムより優れた性能を得るために、図 3 A ~ 図 3 D に示す指向性ラウドスピーカーのすべてを実施する必要はない。

【0051】

10

局所的により良い性能を発揮する放射パターンを提供するために、図 3 A ~ 図 3 D に示すオーディオシステムを実施する際に、図 2 D の説明で上述したようなディレイを利用することもできる。

【0052】

オーディオシステムは、図 3 A と図 3 B とに図示するモード、及び図 3 C と図 3 D とに図示するモードの両方で動作する機能を有していても良い。さらに、オーディオシステムは、利用可能な動作モードの中から選択するための回路装置を有していても良い。回路装置は、例えばスイッチのような手動装置であっても、例えば実行するメディアがビデオ情報を有しているか否か、さらには図 3 C 及び図 3 D に示すモードを自動的に選択するビデオ情報が存在するか否かを感知するための回路を含んでいるような自動装置であっても良

20

【0053】

図 2 A ~ 図 2 D 及び図 3 A ~ 図 3 D の図は、水平面内で動作する指向性ラウドスピーカーを図解している。実際の実施例は、垂直面で同様に動作する構成部品を有している場合がある。例えば、指向性ラウドスピーカーが天井に取り付けられている場合には、放射及び放射パターンは、下方に、及び好ましくは側方に向けられている。

【0054】

図 4 は、車両のシートバック内、その近傍、又はその上に取り付けられているもう一つの指向性ラウドスピーカーを表わしている。図 4 の配置においては、運転席 20 L の乗員 46 に向かう方向が高強度の放射方向とされ、且つ、前記運転席の前記乗員から離間される方向が低強度の放射方向とされるように、例えば“ハンズフリー”無線電話（携帯電話）のような補助音源からのオーディオ信号が指向的に放射される。図 4 に示す要素と協働するオーディオシステムは、上述のように指向性ラウドスピーカー 44 L I をオーディオ信号を指向的に放射させる回路であって、補助音源からの信号が送られない場合には、音響ドライバーに向かう方向が高強度の放射方向とされ、且つ、運転席 20 L の乗員 46 から離間する方向が低強度の放射方向とされるように、サラウンドチャンネル S を指向的に放射させる回路も含んでいる。

30

【0055】

図 5 は、リアドア内に載置されている指向性ラウドスピーカー（この場合には、2 素子指向性アレイ）を備えたオーディオシステムを表わしている。指向性ラウドスピーカー 24 は、後方乗員位置 22 の乗員の頭部 522 に向かう方向が高強度の方向とされ、且つ、前方座席乗員位置 20 の乗員の頭部 520 に向かう方向が低強度の放射方向とされるように、左チャンネルを指向的に放射する。そして、指向性ラウドスピーカー 24 は、後方乗員位置 22 の乗員の頭部 522 に向かう方向が低強度の方向とされ、且つ、前方座席乗員位置 20 の乗員の頭部 520 に向かう方向が高強度の放射方向とされるように、左サラウンドチャンネルを指向的に放射する。前方の乗員位置 20 の乗員は、前方乗員位置の後方で音源からの左サラウンドチャンネルを聞く。そして、後方の座席位置 22 の乗員は、後方座席位置 22 の前方で音源からの左チャンネルを聞く。指向性ラウドスピーカー 24 は、ドア内に従来のラウドスピーカーよりも高く取り付けられ得る（例えば、ドアパネルの上面 50 に）。これによって、結果的に音響性能が改善される。従来のラウドスピーカー

40

50

は、該ラウドスピーカーが左チャンネルの情報を放射する場合に、従来のラウドスピーカーが前方座席の乗員にそれ程近接していないことによって、前方座席の乗員が左チャンネルの音源が前方座席の後方であると感ずるようになる、一般にドア内に低く取り付けられる。

【0056】

図2Dにおける上述の説明のように、ディレイは指向性ラウドスピーカーによって発生する指向性キュー (directional cue) を提供するために利用される。

【0057】

図6Aは、図2Cに類する、オーディオシステムを備えた車両乗員室を表わしている。図6Aにおける配置は、図2Cの要素に付加して、座席位置20及び22に乗員が存在するか否か感知する感知回路52を含んでいる。感知回路52は、例えばシート内の重量センサや任意のセンサによって実現される。

【0058】

乗員が座席位置20及び22の両方に存在する状態で、図6Aにおけるオーディオシステムは図2Cにおけるオーディオシステムと同様に動作する。図6Bでは、後方乗員位置22に乗員が存在しない状態で、オーディオシステムが異なる動作をする。例えば、後方の指向性ラウドスピーカー26は、図示の如く何も放射せず、指向的に若しくは全方位的に左サラウンドチャンネルを放射し、又は無方向的に低周波数を放射することができる。後方乗員位置22に向かう方向が低強度の放射方向とされるように車両中央部の指向性ラウドスピーカー24から左サラウンドチャンネルを指向的に放射する必要がない。その代わりに、車両中央部の指向性ラウドスピーカー24は、半円状の極座標プロットライン54によって図示されるように全方位的に左サラウンド信号を放射し、後方の指向性ラウドスピーカー26が左サラウンドチャンネルを放射した場合には何も放射せず、又は、低周波数のみを放射することができるためである。全方位放射は指向性放射よりも効果的である。本発明は、車両又は乗員の状態についての他の形態を利用することもでき、指向性ラウドスピーカーの改良された動作方法も利用することができる。例えば、乗員の身長を感知し、垂直方向の放射を調整することができる。また、ウィンドウの開いた状態若しくは閉じた状態、又はコンバーチブルな車両のルーフを開けた状態若しくは閉めた状態を感知し、指向性ラウドスピーカーの指向特性について反射面または吸収面が設けられているか否かに応じた調整をすることができる。さらに、その他の機能も有している。一般に、指向性ラウドスピーカーの指向性は、車両の感知状態に依存して変化する。上述の状態においては、指向性ラウドスピーカーに適用される信号は、前述の効果が音像を高めるためにマグニチュードキューを提供するように遅延される。

【0059】

図7は、車両乗員室18の一部を表わしている。ハンズフリー無線電話や車両ノイズ補償システム又はその両方と共に利用するためのマイクロホン56が、例えば図示の如くダッシュボード内部のような都合の良い位置に取り付けられている。指向性ラウドスピーカー30Lは、前記マイクロホン近傍 (この実施例においてはフロントドア内部) に取り付けられている。指向性ラウドスピーカー30Lは、乗員位置 (例えば、運転手の乗員位置20L) に向かう方向が高強度の放射方向とされるように、オーディオチャンネル (例えば、サラウンドサウンドシステムやステレオシステムの左チャンネル) を指向的に放射する構成及び配置とされている。さらに、指向性ラウドスピーカー30Lは、マイクロホン56に向かう方向が低強度の放射方向とされるように指向的に放射する構成及び配置とされている。前記マイクロホンに向かう方向を低強度の放射方向にすることによって、車両ノイズ補償システムは周辺騒音をより正確に読み取ることができる。その上、音響エネルギーが無線電話を介したコミュニケーションに利用されるマイクロホンにほとんど向けられないことによって、コミュニケーションの質が向上し、聞き返す機会が減少する。図7に示す配列は、マイクロホンが矢印64によって示される運転手座席位置のような幾つかの方向 (以下に、高検出方向とする) からの音を優先的に拾うように、又は、指向性ラウドスピーカー30Lのようなスピーカー近傍からマイクロホンに向かう方向が矢印62によって示されるような低検出方向とされるように、指向性マイクロホンと共に利用され得る

。

【0060】

特許請求の範囲に開示される特定の装置及び方法の多様な利用、及び該装置及び方法からの改良は、本発明の技術的思想から逸脱する訳ではない。結果的に、本発明は、特許請求の範囲に開示される新規性それぞれ及び該新規性の組合せを包含して構成され、本発明の技術的思想及び技術的範囲のみによって限定される訳ではない。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図1】 指向性ラウドスピーカーの極座標の例を示す。

【図2A】 車両内部の一部における概略図である。

10

【図2B】 車両内部の一部における概略図である。

【図2C】 車両内部の一部における概略図である。

【図2D】 車両内部の一部における概略図である。

【図3A】 車両内部の概略図である。

【図3B】 車両内部の概略図である。

【図3C】 車両内部の概略図である。

【図3D】 車両内部の概略図である。

【図4】 車両内部の一部における概略図である。

【図5】 車両内部の一部における概略図である。

【図6A】 車両内部の一部における概略図である。

20

【図6B】 車両内部の一部における概略図である。

【図7】 車両内部の一部における概略図である。

【符号の説明】

【0062】

10 極座標

12 極座標

18 車両内部

20 前方座席乗員位置

20L 左前方の乗員位置

20R 右前方の乗員位置

30

21L 左中央の乗員位置

21R 右中央の乗員位置

22 後方座席乗員位置

22L 左後方の乗員位置

22R 右後方の乗員位置

26L 左後方の指向性ラウドスピーカー

26R 右後方の指向性ラウドスピーカー

26C 中央後方の指向性ラウドスピーカー

30L 左前方の指向性ラウドスピーカー

30R 右前方の指向性ラウドスピーカー

40

30C 中央前方の指向性ラウドスピーカー

32 フロントウィンドウ

34L 左側車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー

34R 右側車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー

36L 左側車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー

36R 右側車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー

38 車両中央部前方の指向性ラウドスピーカー

40 車両中央部後方の指向性ラウドスピーカー

42 ビデオディスプレイ

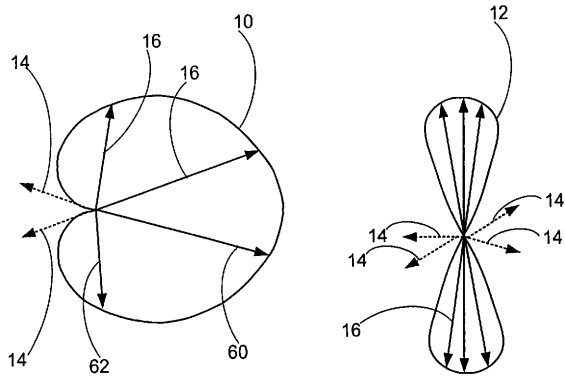
44LF センターチャンネルスピーカー

50

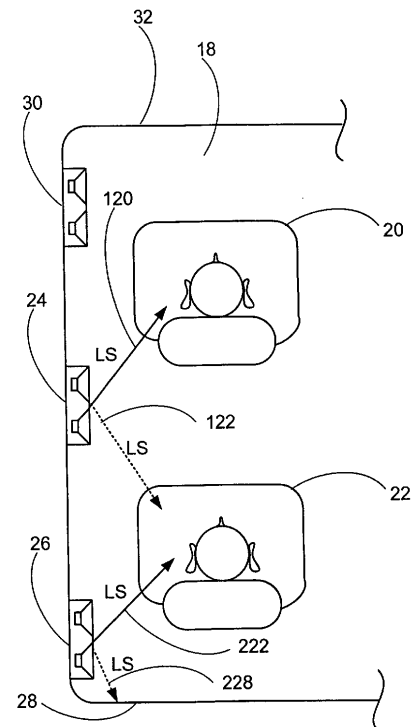
4 4 R F センターチャンネルスピーカー
 4 4 L I センターチャンネルスピーカー
 4 4 R I センターチャンネルスピーカー
 4 4 L R センターチャンネルスピーカー
 4 4 R R センターチャンネルスピーカー
 4 6 乗員
 5 0 ドアパネル上面
 5 2 感知回路
 5 6 マイクロホン
 5 2 0 頭部
 5 2 2 頭部

10

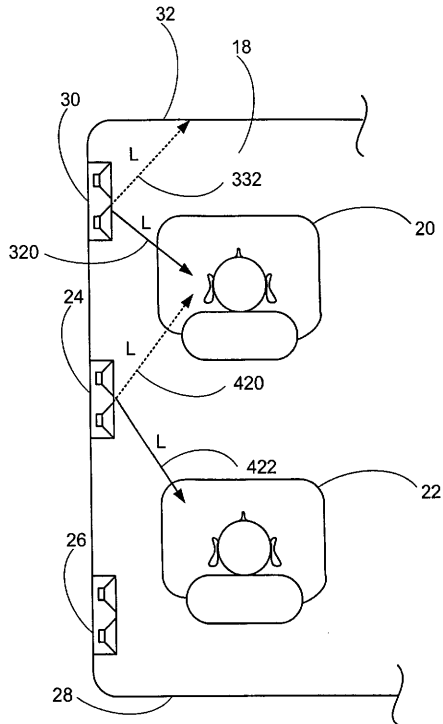
【図 1】



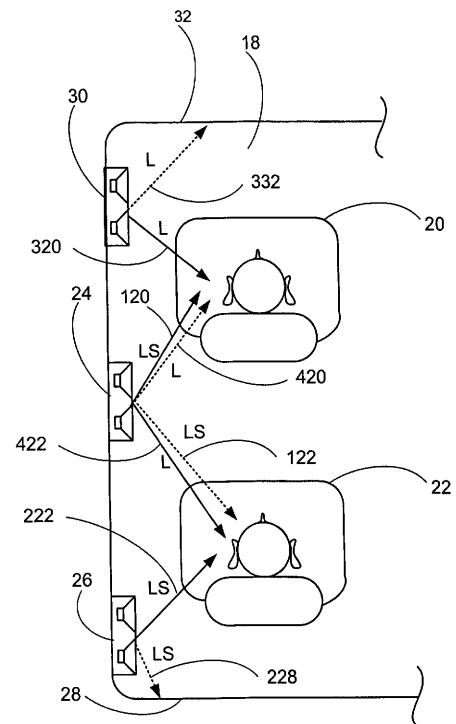
【図 2 A】



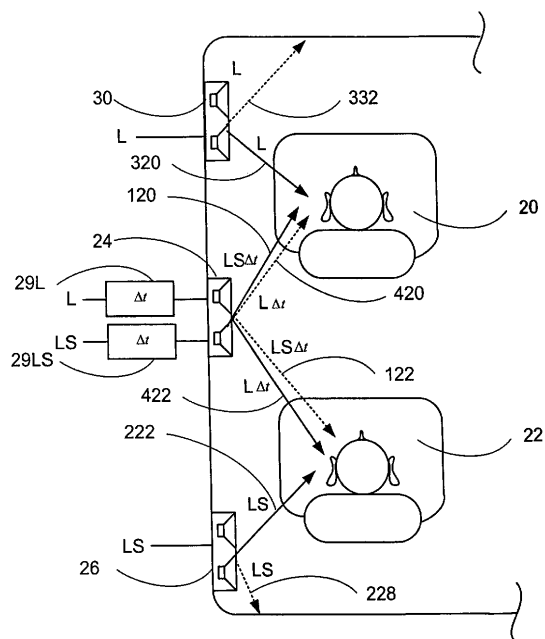
【図 2 B】



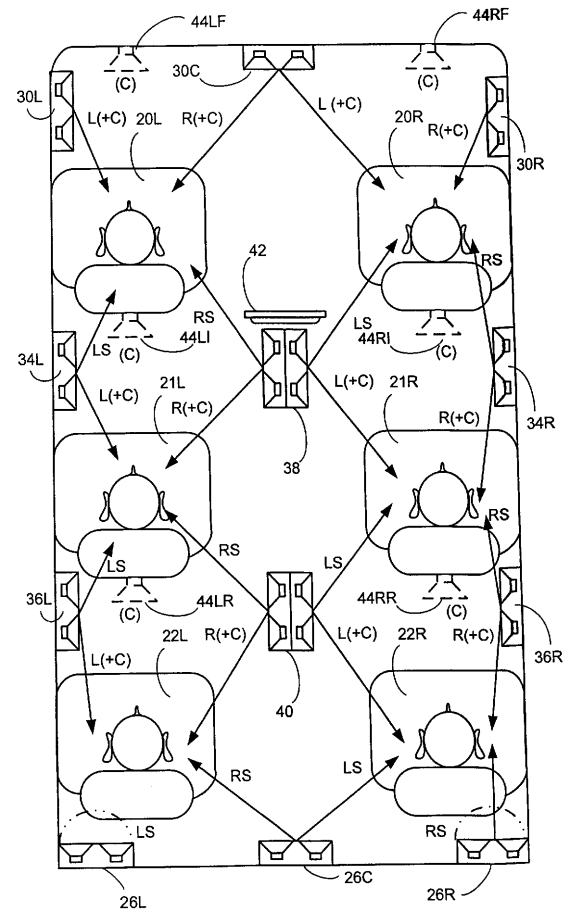
【図 2 C】



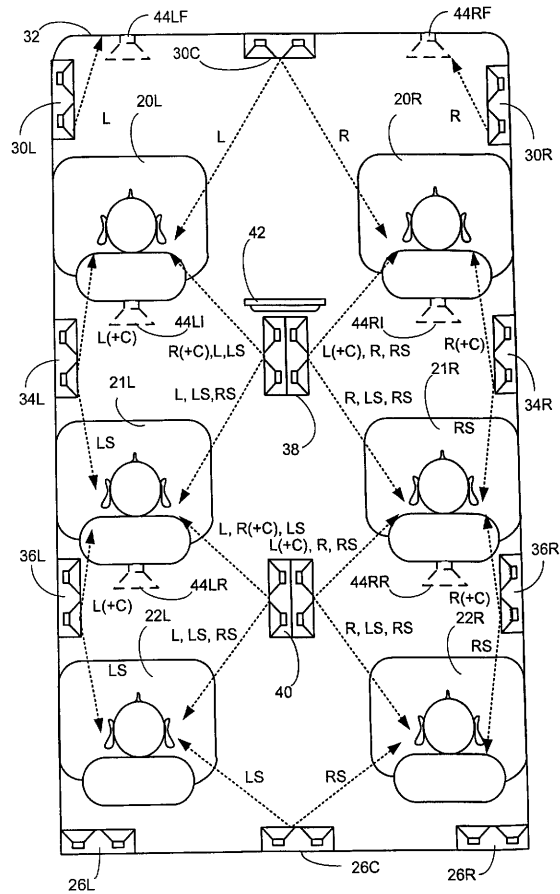
【図 2 D】



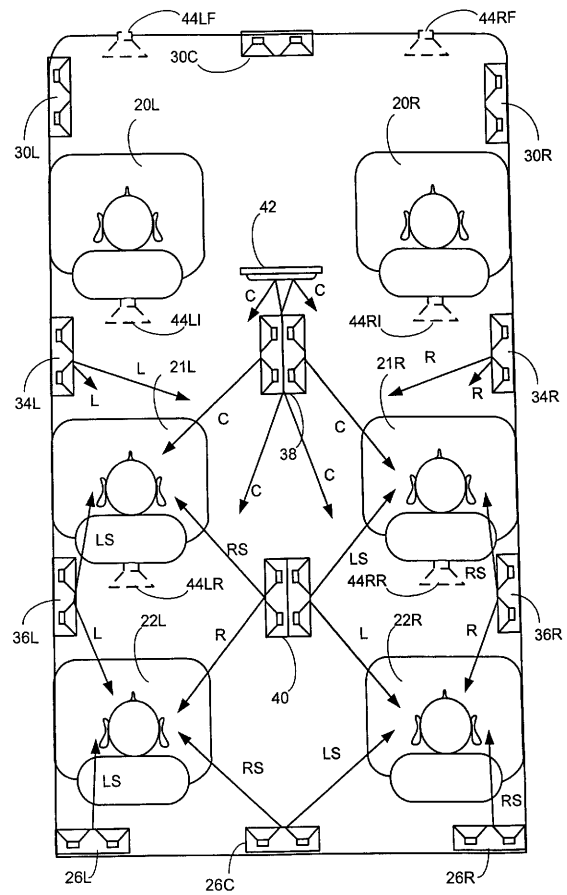
【図 3 A】



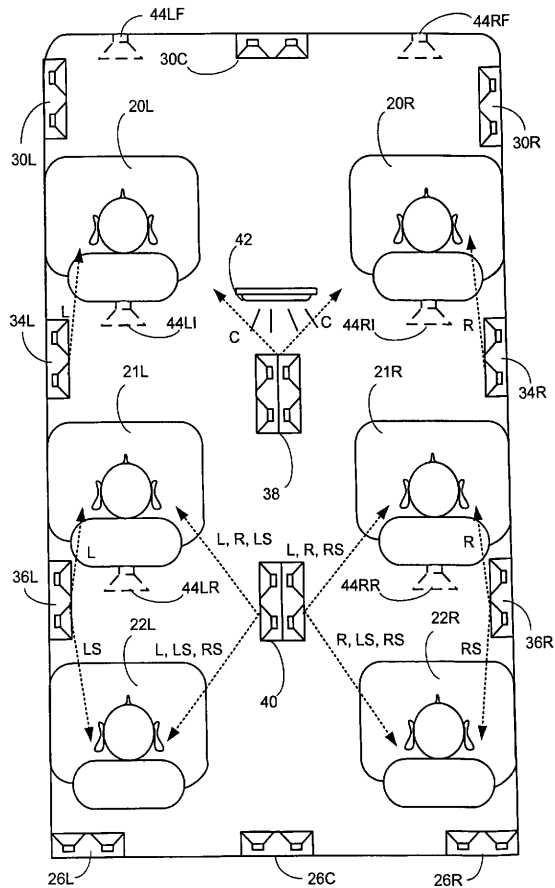
【図 3 B】



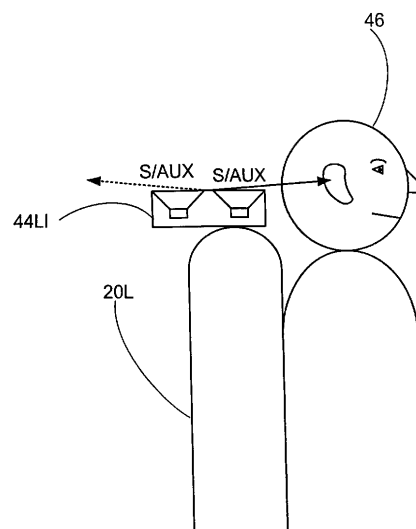
【図 3 C】



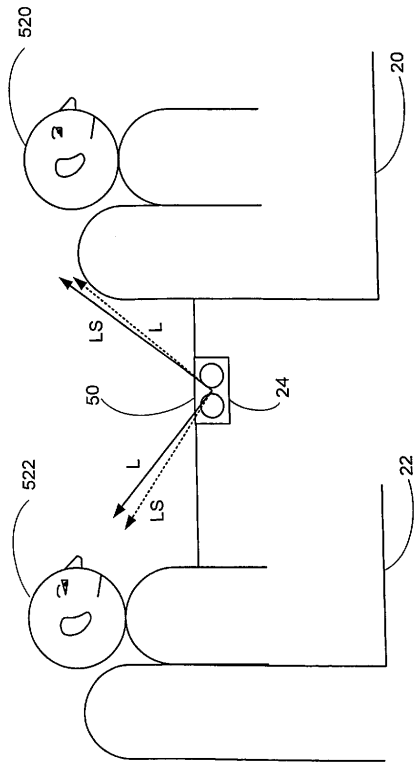
【図 3 D】



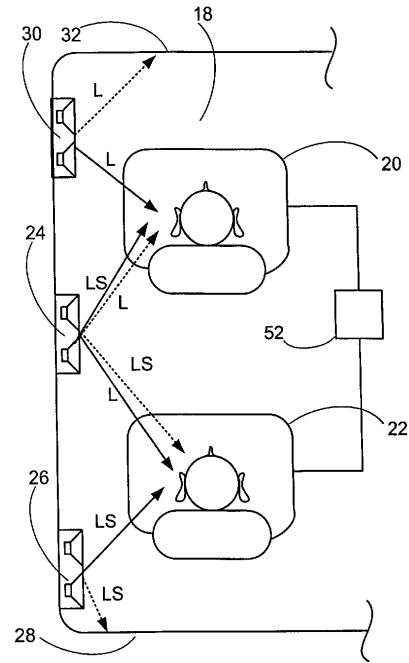
【図 4】



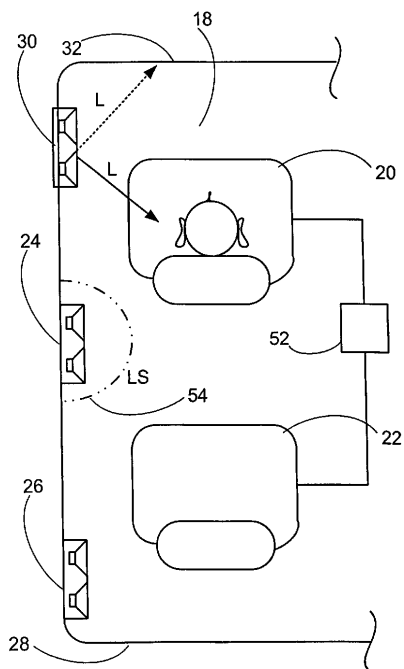
【図 5】



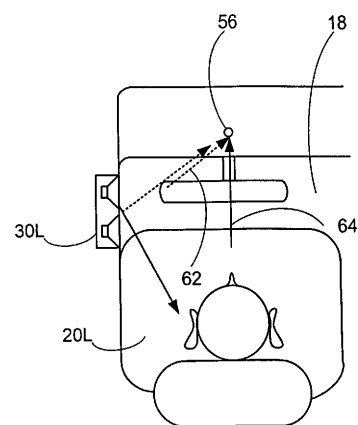
【図 6 A】



【図 6 B】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 ガイ・エー・トリオ

アメリカ合衆国・マサチューセッツ・01721・アッシュランド・ミーティングハウス・パス・
18

Fターム(参考) 3D020 BA02 BB01 BC05 BD05 BE03

5D011 AA13

5D018 AF22

5D020 AC10 AD08

5D062 BB07

【外国語明細書】

VEHICLE DIRECTIONAL ELECTROACOUSTICAL TRANSDUCING

BACKGROUND

[0001] This specification describes the use of directional loudspeakers in vehicle passenger compartments. One popular type of directional loudspeaker is a directional acoustic array. Information on directional acoustic arrays can be found in *Harry F. Olson, "Gradient Loudspeakers," J. of the Audio Engineering Society, March 1973, Volume 21, Number 2*, in US Pat. 5,870,484, and in US Pat. 5,809,153.

SUMMARY

[0002] In one aspect of the invention an audio system for a vehicle includes a plurality of audio channels. The vehicle includes a first passenger position and a second passenger position ahead of the first passenger position. The audio system includes a first directional loudspeaker positioned ahead of the first passenger position and in back of the second passenger position, constructed and arranged to radiate directionally a first audio channel so that a direction toward the first passenger position is one of a low radiation direction and a high radiation direction and so that a direction toward the second passenger position is the other of a low radiation direction and a high radiation direction.

[0003] The directional loudspeaker may be further constructed and arranged to radiate a second audio channel. The directional loudspeaker may be further constructed and arranged to radiate directionally the second audio channel so that a direction toward the passenger position to which the first channel low radiation direction is directed is a second channel high radiation direction and the direction toward the passenger position to which the first channel high radiation direction is directed is a second channel low radiation direction. The vehicle may further include a third passenger position to the right and ahead of the first passenger position and to the right of the second passenger position and a fourth passenger position, to the right of the first passenger position, to the right and in back of the second passenger position, and in back of the third passenger position. The directional loudspeaker may be mounted in back of the second and the third passenger positions, ahead of the first and fourth passenger positions, to the right of the first and the second passenger positions, and to the left of the third and the fourth

passenger positions. The directional loudspeaker may be further constructed and arranged to radiate directionally a third audio channel so that a direction toward the third passenger position is one of a low radiation direction and a high radiation direction and to radiate directionally a fourth audio channel so that the direction toward which the third channel low radiation direction is directed is a fourth channel high radiation direction. The audio system may further include circuitry for delaying one of a first audio channel signal and a second audio channel signal to the first directional loudspeaker. The audio system may further include circuitry for delaying the other of the first audio channel signal and the second audio signal to the second directional loudspeaker.

[0004] The directional loudspeaker may be mounted in vehicle door. The directional loudspeaker may be mounted in or on a seatback of a seat associated with the second passenger position. The directional loudspeaker may be mounted in a headliner of the vehicle. The directional loudspeaker may be mounted in a B-pillar.

[0005] The audio system may further include a second loudspeaker, positioned ahead of the second passenger position, constructed and arranged to radiate the first audio channel. The first loudspeaker may be further constructed and arranged to directionally radiate the first channel so that the direction toward the first passenger position is a high radiation direction and wherein the second loudspeaker is a directional loudspeaker constructed and arranged to radiate the first audio channel so that the direction toward the second passenger position is a high radiation direction. The second loudspeaker may be further constructed and arranged to radiate the first audio channel so that a direction toward a vehicle windshield is a low radiation direction.

[0006] The first directional loudspeaker may be constructed and arranged to alternatively radiate omni-directionally or directionally based on pre-determined criteria. The pre-determined criteria may include the presence or absence of an occupant of the first passenger position. The audio system may further include a detector for detecting the presence or absence of an occupant of the first passenger position.

[0007] The SPL in the low radiation direction may be at a level at least -6 dB with respect to the maximum radiation in any direction for points equidistant from the

directional loudspeaker. The SPL in the low radiation direction may be at a level at least -10 dB with respect relative to the maximum radiation in any direction for points equidistant from the directional loudspeaker. The SPL in the high radiation direction may be within 4 dB of the maximum radiation in any direction for points equidistant from the directional loudspeaker.

[0008] The vehicle includes a third passenger position in back of the first passenger position, the audio system further includes a second directional loudspeaker positioned in back of the first directional loudspeaker and ahead of the third passenger position, constructed and arranged to radiate directionally the first audio channel so that the direction toward the first passenger position is one of a low radiation direction and a high radiation direction and so that the direction toward the third passenger position is the other of a low radiation direction and a high radiation direction. The second directional speaker may be constructed and arranged to radiate directionally a second audio channel so that the direction toward the third passenger position is a high radiation direction and so that the direction toward the first passenger position is a low radiation direction.

[0009] The directional loudspeaker may be constructed and arranged to alternatively radiate the first audio channel or an audio signal from an auxiliary device. The auxiliary device may be a radiotelephone.

[0010] The audio system may further include circuitry for delaying a first channel audio signal to the first directional loudspeaker

[0011] The first directional loudspeaker may be constructed and arranged to radiate directionally a second channel so that the direction toward the first passenger position is the other of a low radiation direction and a high radiation direction. The first directional loudspeaker may be further constructed and arranged to radiate directionally the second channel so that the direction toward the second passenger position is the other of a low radiation direction and a high radiation direction. The SPL in the low radiation direction may be a level at least -6 dB with respect to the maximum radiation in any direction for points equidistant from the directional loudspeaker.

[0012] The audio system may further include a third passenger position to the right and ahead of the first passenger position and to the right of the second passenger position. The first directional loudspeaker may be constructed and arranged to radiate directionally the first audio channel so that the direction toward the second passenger position is a high radiation direction and so that more acoustic energy is directed toward the third passenger position than is directed towards the second passenger position. The direction toward the second passenger position and the direction toward the third passenger position may both be high radiation directions.

[0013] In another aspect, a method for operating a vehicle audio system for a vehicle, the audio system including a plurality of audio channels, the vehicle including a first passenger position and a second passenger position ahead of the first passenger position, includes: radiating directionally a first audio channel so that a direction toward the first passenger position is one of a low radiation direction and a high radiation direction and so that a direction toward the second passenger position is the other of a low radiation direction and a high radiation direction.

[0014] The method may further include radiating a second audio channel. The radiating the second audio channel may include radiating directionally the second audio channel so that a direction toward the passenger position to which the first channel low radiation direction is directed is a second channel high radiation direction and the direction toward the passenger position to which the first channel high radiation direction is directed is a second channel low radiation direction. The vehicle may further include a third passenger position to the right and ahead of the first passenger position and to the right of the second passenger position and a fourth passenger position, to the right of the first passenger position, to the right and in back of the second passenger position, and in back of the third passenger position. The directional loudspeaker may be mounted in back of the second and the third passenger positions, ahead of the first and fourth passenger positions, to the right of the first and the second passenger positions, and to the left of the third and the fourth passenger positions. The method may further include radiating directionally a third audio channel so that a direction toward the third passenger position is one of a low radiation direction and a high radiation direction and radiating

directionally a fourth audio channel so that the direction toward which the third channel low radiation direction is directed is a fourth channel high radiation direction. The method may further include delaying one of a first audio channel signal and a second audio channel signal to the first directional loudspeaker. The method may further include delaying the other of the first audio channel signal and the second audio signal to the second directional loudspeaker. The method in accordance may further include radiating omni-directionally a second audio channel.

[0015] The vehicle may further include a second loudspeaker, positioned ahead of the second passenger position. The method may further include radiating a second audio channel. The radiating the second channel may include radiating directionally the second audio channel so that the direction toward the second passenger position is a high radiation direction. The radiating the second audio may further include radiating directionally the second audio channel so that a direction toward a vehicle windshield is a low radiation direction.

[0016] The radiating may alternatively include one of radiating omni-directionally or radiating directionally based on pre-determined criteria. The pre-determined criteria comprise the presence or absence of an occupant of the first passenger position. The method may further include detecting the presence or absence of an occupant of the first passenger position. The SPL in the low radiation direction may be at a level at least -6 dB with respect to the maximum radiation in any direction for points equidistant from the directional loudspeaker. The SPL in the low radiation direction may be at a level at least -10 dB with respect to the maximum radiation in any direction for points equidistant from the directional loudspeaker. The SPL in the high radiation direction is within 4 dB of the maximum radiation in any direction for points equidistant from the directional loudspeaker.

[0017] The vehicle may include a third passenger position in back of the first passenger position. The audio system may further include a second directional loudspeaker positioned in back of the first directional loudspeaker and ahead of the third passenger position. The method may further include radiating directionally the first audio channel

so that the direction toward the first passenger position is one of a low radiation direction and a high radiation direction and so that the direction toward the third passenger position is the other of a low radiation direction and a high radiation direction. The method may further include radiating directionally a second audio channel so that the direction toward the third passenger position is a high radiation direction and so that the direction toward the passenger position toward which the first channel high radiation is directed is a low radiation direction.

[0018] The method may include alternatively radiating directionally so that the direction toward the second passenger position is a high radiation direction the first audio channel or audio signals from an auxiliary device. The auxiliary device may be a radiotelephone.

[0019] The method may include delaying a first channel audio signal to the first directional loudspeaker.

[0020] The method for operating a vehicle audio system for a vehicle may further include radiating directionally a second channel so that the direction toward the second passenger position is the one of a low radiation direction and a high radiation direction and so that the direction toward the first passenger position is the other of the high radiation direction and the low radiation direction. The SPL in the high radiation direction may be within 4 dB of the maximum radiation in any direction for points equidistant from the directional loudspeaker.

[0021] In another aspect, an audio system for a vehicle may include passenger positions and an acoustically reflective surface. The directional loudspeaker may be constructed and arranged to radiate directionally acoustic energy so that the direction toward a passenger position is one of a high radiation direction and a low radiation direction and so that the direction toward the reflective surface is the other of the high radiation direction and the low radiation direction. The reflective surface may be a windshield. The reflective surface may be one of a tailgate window and a rear window.

[0022] In another aspect, a method for operating a vehicle audio system, the vehicle including passenger positions and an acoustically reflective surface, includes: radiating directionally acoustic energy so that the direction toward a passenger position is one of a

high radiation direction and a low radiation direction and so that the direction toward the reflective surface the other of a high radiation direction and a low radiation direction. The reflective surface may be a windshield. The reflective surface may be one of a tailgate window and a rear window.

[0023] In another aspect, a vehicle includes a passenger location and a microphone for detecting acoustic energy. An audio system for the vehicle may include a directional loudspeaker constructed and arranged to radiate sound directionally so that the direction toward the passenger location is a high radiation direction and so that the direction toward the microphone is a low radiation direction. The microphone may be a component of a vehicle noise compensation system. The microphone may be a component of a radiotelephone system. The microphone may be a component of a radiotelephone system. The microphone may be a directional microphone and where the direction from the microphone toward the directional loudspeaker is a low detection direction. The direction from the microphone toward a passenger location may be a high detection direction.

[0024] In another aspect, an audio system for a vehicle includes a plurality of audio channels; a directional loudspeaker; a first operating mode characterized by the directional loudspeaker radiating one of the audio channels; and a second operating mode characterized by the directional loudspeaker radiating a different one of the channels. One of the audio channels may be a center channel and the different one of the channels may be one of a right channel and a left channel. The second operating mode may be further characterized by the directional loudspeaker radiating the other of the right channel and the left channel. The directional loudspeaker may radiates the left channel directionally so that the direction toward a passenger position on the right is a high radiation direction and the directional loudspeaker may radiates the right channel directionally so that the direction toward a passenger position on the left is a high radiation direction. The directional loudspeaker may radiate the left channel directionally so that the direction toward the passenger position on the left is a low radiation direction and may radiate the right channel so that direction toward the passenger position on the right is a low radiation direction. The directional loudspeaker may be constructed and

arranged so that the source of the center channel radiation appears to be a video display. The directional loudspeaker may radiate the center channel toward the video display so that the center channel radiation reflects off the video display. The first operating mode may be further characterized by the directional loudspeaker radiating the center channel so that a direction toward a front passenger position is a low radiation direction.

[0025] In another aspect, an audio system for a vehicle may include a plurality of audio channels and a plurality of directional loudspeakers. A method for operating the audio system may include alternatively radiating by one of the plurality of directional loudspeaker one of a first directional radiating pattern and a second directional radiating pattern. The radiating the first directional radiating pattern may include radiating the center channel by a first plurality of speakers and the radiating the second radiating pattern may include radiating the center channel by one of the directional loudspeakers, the one of the directional loudspeakers not included in the first plurality of loudspeakers. The method may further include alternatively radiating by a second of the plurality of directional loudspeaker one of the first directional radiating pattern and the second directional radiating pattern. The method for operating a vehicle audio system may further include selecting, by a user, the first radiating pattern or the second radiating pattern. The method for operating a vehicle audio system may further include automatically selecting, based on a sensed condition, the first radiating pattern or the second radiating pattern.

[0026] In another aspect, an audio system for a vehicle includes a directional loudspeaker mounted in a door of the vehicle. The directional loudspeaker may be a directional array. The audio system may further include a plurality of channels including a surround channel. The directional loudspeaker may be constructed and arranged to radiate directionally the surround channel so that the direction toward the front of the vehicle is a high radiation direction. The audio system may be constructed to radiate directionally the surround channel so that the direction toward the rear of the vehicle is a low radiation direction. The audio system may be constructed and arranged to radiate directionally another of the plurality of channels so that the direction toward the rear of the vehicle is a high radiation direction. The audio system may be constructed and arranged to radiate

directionally the another of the plurality of channels so that the direction toward the front of the vehicle is a low radiation direction. The audio system may be constructed and arranged to radiate directionally another of the plurality of channels so that the direction toward the rear of the vehicle is a high radiation direction. The audio system may be constructed and arrange to alternatively radiate the surround channel directionally or omni-directionally.

[0027] The audio system may include a plurality of channels including a surround channel and the directional loudspeaker may be constructed and arranged to radiate the surround channel toward the front of the vehicle.

[0028] Other features, objects, and advantages will become apparent from the following detailed description, when read in connection with the following drawing, in which:

BRIEF DESCRIPTION OF THE SEVERAL VIEWS OF THE DRAWING

[0029] FIG. 1 shows examples of polar plots of directional loudspeakers;

[0030] FIGS. 2A – 2D are diagrammatic views of portions of a vehicle interior;

[0031] FIGS. 3A – 3D are diagrammatic views of a vehicle interior;

[0032] FIG. 4 is a diagrammatic view of a portion of a vehicle interior;

[0033] FIG. 5 is a diagrammatic view of a portion of a vehicle interior;

[0034] FIGS. 6A and 6B are diagrammatic views of a portion of a vehicle interior; and

[0035] FIG. 7 is a diagrammatic view of a portion of a vehicle interior.

DETAILED DESCRIPTION

[0036] Though some of the elements of several views of the drawing may be shown and described as discrete elements in a block diagram and are referred to as “circuitry”, unless otherwise indicated, the elements may be implemented as one of, or a combination of, analog circuitry, digital circuitry, or one or more microprocessors executing software instructions. The software instructions may include digital signal processing (DSP) instructions. Some elements, such as signal lines, amplifiers, equalizers, signal processing circuitry and the like are not shown. Some of the examples described in this

specification use as an example an audio system with five directional channels, such as a 5 or 5.1 channel system. The principles described in the specification can be applied to audio systems having fewer or more than five directional channels, such as 4.1, 6.1, 7.1 ... channels. For simplicity “an audio signal representing the encoded audio information in channel y” will be referred to as “channel y audio signal” and “radiating acoustic energy corresponding to an audio signal in channel y” will be referred to as “radiating channel y.” As used herein, “ahead of” means “closer to the front of the vehicle than” and “in back of” means “closer to the rear of the vehicle than.” “Ahead of” and “in back of” may, but do not necessarily mean “directly in front of” or “directly in back of.” “Laterally outside” means “closer to the nearest side of the vehicle than”.

[0037] Directional loudspeakers are loudspeakers that have a radiation pattern in which more acoustic energy is radiated in some directions than in others. Directional arrays are directional loudspeakers that have multiple acoustic energy sources. In a directional array, over a range of frequencies in which the corresponding wavelengths are large relative to the spacing of the energy sources, the pressure waves radiated by the acoustic energy sources destructively interfere, so that the array radiates more or less energy in different directions depending on the degree of destructive interference that occurs. The directions in which relatively more acoustic energy is radiated, for example directions in which the sound pressure level is within 6 dB of (preferably between – 6dB and – 4dB, and ideally between – 4dB and – 0dB) the maximum sound pressure level (SPL) in any direction at points of equivalent distance from the directional loudspeaker will be referred to as “high radiation directions.” The directions in which less acoustic energy is radiated, for example directions in which the SPL is a level at least –6 dB (preferably between – 6 dB and – 10dB, and ideally greater than – 10dB, for example – 20 dB) with respect to the maximum in any direction for points equidistant from the directional loudspeaker, will be referred to as “low radiation directions”. In all of the figures, directional loudspeakers are shown as having two cone-type acoustic drivers. The directional loudspeakers may be some type of directional loudspeaker other than a multi-element loudspeaker. Directional arrays have at least two acoustic energy sources, and may have more than two. Increasing the number of acoustic energy sources

increases the control over the radiation pattern of the directional loudspeaker, for example by permitting control over the radiation pattern in more than one plane. The directional loudspeakers in the figures show the location of the loudspeaker, but do not necessarily show the number of, or the orientation of, the acoustic energy sources. The number of and the orientation of the acoustic energy sources and signal processing necessary to produce directional radiation patterns may be done employing the techniques described in the Background section.

[0038] Directional characteristics of loudspeakers are typically displayed as polar plots, such as the polar plots of FIG. 1. Polar plot 10 represents the radiation directional characteristics of a directional loudspeaker, in this case a so-called “cardioid” pattern. Polar plot 12 represents the radiation directional characteristics of a second type of directional loudspeaker, in this case a dipole pattern. Polar plots 10 and 12 indicate a directional radiation pattern. The low radiation directions indicated by dotted lines 14 may be, but are not necessarily, “null directions.” Null directions are indicated by vectors originating at the centroid of the acoustic energy sources and connecting points at which the local radiation is at a local minimum relative to other points equally spaced from the acoustic energy source. High radiation directions are indicated by solid lines 16. In the polar plots, the length of the vectors in the high radiation directions represents the relative amount of acoustic energy radiated in that direction. For example, in the cardioid polar pattern, more acoustic energy is radiated in direction 60 than in direction 62.

[0039] The vehicle audio systems described herein include directional loudspeakers that radiate more acoustic energy in some directions than in others. In most circumstances it is desirable that the directions in which more acoustic energy is radiated are high radiation directions (as described above) and that the directions in which less acoustic energy is radiated are low radiation directions (as described above). However, in most situations, some improvement over conventional audio systems can be obtained even if the direction in which more acoustic energy is radiated and the direction in which less acoustic energy is radiated are both high radiation directions. Situations which are particularly suited to the direction in which more acoustic energy is radiated and the

direction in which less acoustic energy is radiated both being high radiation directions will be noted in the specification.

[0040] FIG. 2A shows a diagrammatic representation of a portion of a vehicle interior 18. In the vehicle interior are a front seat passenger position 20 and a rear seat passenger position 22. Mid-vehicle directional loudspeaker 24 is mounted in back of front passenger position 20 and ahead of rear passenger position 22 and preferably laterally outside front and rear passenger positions 20 and 22, for example in the rear door, in the B-pillar, in a seatback associated with a seat in passenger position 20 or in the headliner. In this figure and all other figures, the locations of the directional loudspeakers are designated by their position relative to the passenger positions, not by the exemplary structural elements mentioned. For example, the location of mid-vehicle directional loudspeaker 24 is not limited to being in the B-Pillar, the rear door, or a seat back. Rear directional loudspeaker 26 is mounted in back of and preferably laterally outside the rear passenger position 22, for example in the C-pillar, in the package shelf, or in the wall of a station wagon, van, minivan, or sport utility vehicle. Directional loudspeakers 24 and 26 are components of a sound system having at least one surround channel, in this example a left surround (LS) channel. There may also be a front directional loudspeaker 30 mounted ahead of and preferably laterally outside front seat passenger position 20, for example in the A-pillar, the dashboard, the footwell, or the front door. The figures show the directional characteristics of the directional loudspeakers in the horizontal plane. The directional loudspeaker may also cause directions having vertical components to be high radiation directions or low radiation directions. Directional loudspeakers are designed and constructed to radiate directionally so that a direction toward an occupants head is a high radiation direction or a low radiation direction. Hereinafter, the passenger positions shall be taken to include the head height of a person in the passenger position.

[0041] Mid-vehicle directional loudspeaker 24 is constructed and arranged to radiate directionally the LS channel so that direction 120 toward front seat passenger position 20 is a high radiation direction and so that direction 122 toward rear seat passenger position 22 is a low radiation direction. Rear directional loudspeaker 26 may be constructed and arranged to radiate directionally the LS channel so that direction 222 toward rear

passenger position 22 is a high radiation direction and so that direction 228 toward the rear window 28 is a low radiation direction. Alternatively, rear directional loudspeaker 26 may be constructed and arranged so that direction 222 toward rear passenger position 22 is a low radiation direction and so that direction 228 toward rear window 26 is a high radiation direction. In other implementations, directional loudspeaker 26 and 30 may be replaced by conventional non-directional loudspeakers.

[0042] FIG. 2B also shows a diagrammatic representation of a vehicle interior 18. In the arrangement of FIG. 2B, mid-vehicle directional loudspeaker 24 radiates directionally an L (left) channel so that direction 422 toward rear passenger 22 is a high radiation direction as so that direction 420 toward front passenger position 20 is a low radiation direction. Front directional speaker 30 is constructed and arranged to radiate directionally the L channel so that direction 320 toward passenger position 20 is a high radiation direction and so that direction 332 toward windshield 32 is a low radiation direction.

[0043] FIG. 2C is a diagrammatic representation of a vehicle interior 18 combining the arrangements of FIGS. 2A and 2B.

[0044] In the audio system of FIG. 2C loudspeaker 24 of FIG. 2C radiates more acoustic energy of one channel in a first direction than in a second direction, and simultaneously radiates more acoustic energy of a second channel in a third direction than in a fourth direction. In some implementations, the second direction is the same as the third direction or the first direction is the same as the fourth direction, or both. In other words, a single loudspeaker radiates two different audio signals in two different radiation patterns simultaneously. Techniques for doing this are described in one or more of the publications stated in the Background section. An occupant of one passenger position receives more acoustic energy corresponding to a first channel than acoustic energy corresponding to a second channel, and an occupant of a second passenger position, in back of or in front of the first passenger position, receives more acoustic energy corresponding to the second channel than acoustic energy corresponding to the first channel.

[0045] There are many advantages to the arrangements of FIGS. 2A – 2C. The L channel is radiated directionally toward occupants of both front passenger position 20 and rear passenger position 22 from the front and to the left of the relative passenger location, and significantly less L channel is radiated toward occupants of either passenger position from the rear. The LS channel is radiated directionally toward occupants of both front passenger position 20 and rear passenger position 22 from the rear and to the left of the relative passenger location and significantly less LS channel is radiated toward occupants of either passenger position from the front. This provides a better acoustic image.

[0046] Referring to FIG. 2D, the acoustic image can be further improved by the use of delays, that is, delaying an audio signal applied to a first directional loudspeaker relative to the audio signal applied to a second loudspeaker, which may be a directional loudspeaker, so that the first directional loudspeaker radiates the audio signal after the second loudspeaker. For example, the audio system may have a delay 29L to delay the L signal to mid-vehicle directional loudspeaker 24 relative to the L signal to front directional loudspeaker 30. The listener in front passenger position 20 hears the L channel radiation from the front directional loudspeaker 30 before hearing the radiation from the mid-vehicle directional loudspeaker 24. Due to the precedence effect, referred to also as the Haas effect, hearing the L channel radiation from the front directional loudspeaker 30 before hearing the L channel radiation from mid-vehicle directional loudspeaker 24 causes the listener in front passenger position 20 to perceive the source of the L signal radiation as being the front directional speaker. Since the occupant of front passenger position 20 tends to localize on front directional loudspeaker 30 as the source of the L channel radiation due to receiving more L radiation from front directional loudspeaker 30 than from mid-vehicle directional loudspeaker 24, the precedence provides a time cue that supplements the magnitude cue, further enhancing the acoustic image.

[0047] Similarly, the audio system may have a delay 29LS to delay the LS signal to mid-vehicle directional loudspeaker 24 relative to the LS signal to rear directional loudspeaker 26 so that the precedence effect supplements the magnitude cue in causing the occupant of rear passenger position 22 to perceive the source of the LS radiation as

being rear directional loudspeaker 26. The amount of delay can be set such that the first arrival of LS radiation at front listening passenger position 20 is from rear directional loudspeaker 26. This increases the sense of spaciousness for the occupant of front passenger position 20.

[0048] A further advantage of the arrangements of FIGS. 2A – 2C is that the early reflections from the rear window 28 and the windshield 32 have less magnitude than they would if conventional loudspeakers placed similarly to front directional loudspeaker 30 and rear directional loudspeaker 26. Early reflections are reflections for which the path lengths to a listening space are not significantly longer than the path lengths of the direct radiation. Early reflections are undesirable because they negatively affect the frequency response of the speaker. Frequency response anomalies resulting from early reflections are difficult to remedy by conventional methods, such as equalization, because the anomalies occur at different frequencies at different locations in the vehicle interior. An alternative implementation having a similar advantage can be obtained by arranging a radiation pattern so that direction 222 of FIGS. 2A and 2C toward rear passenger position 22 is a low radiation direction and so that direction 228 toward the reflective surface is a high radiation direction. With this arrangement, the abovementioned frequency response anomalies are also reduced, and the occupant of rear seat passenger position 22 would tend to localize the LS channel source as the rear window 28.

[0049] Referring to FIGS. 3A and 3B, there are shown diagrammatic representations of a vehicle interior with an audio system. In this figure, the vehicle has more than two rows of seating, for example a van, minivan, or sport utility vehicle. In the vehicle interior are a plurality of passenger positions, in this case left and right front passenger positions 20L and 20R, left and right intermediate passenger positions 21L and 21R, and left and right rear passenger positions 22L and 22R. Left and right front directional loudspeakers 30L and 30R are mounted ahead of and preferably laterally outside front passenger positions 20L and 20R, for example in the front doors or in the dashboard. Left and right forward mid-vehicle directional loudspeakers 34L and 34R are mounted in back of and preferably laterally outside front passenger positions 20L and 20R and ahead of and preferably laterally outside intermediate passenger positions 21L and 21R, for example in

the rear door or the headliner. Left and right rearward mid-vehicle directional loudspeakers 36L and 36R are mounted in back of and preferably laterally outside intermediate passenger positions 21L and 21R and ahead of and preferably laterally outside rear passenger positions 22L and 22R, for example in the sidewall or the in the headliner. Rear directional loudspeakers 26L and 26R are mounted in back of rear passenger positions 22L and 22R and may be mounted laterally outside rear passenger positions 22L and 22R, for example in the sidewall, in the headliner, or in the tailgate. Center front directional loudspeaker 30C is mounted ahead of and between front passenger positions 20L and 20R, for example in the dashboard, in the rear view mirror assembly, a floor console or in the headliner. Center rear directional loudspeaker 26C is mounted between and in back of rear passenger positions 22L and 22R, for example in the tailgate or in the headliner. Forward mid-vehicle directional loudspeaker 38 is mounted in back of front passenger positions 20L and 20R, and ahead of and between intermediate passenger positions 21L and 21R, for example in a console or in the headliner. Rearward mid-vehicle directional loudspeaker 40 is mounted in back of intermediate passenger positions 21L and 21R and between and ahead of rear passenger positions 22L and 22R, for example in a console or in the headliner. Video display 42 is mounted so that the screen is visible to the intermediate and rear passenger positions, for example on the rear surface of a console or in the headliner. Rearward mid-vehicle directional loudspeaker 40 may be mounted in any suitable structural element and is not limited to the rear surface of a console or in the headliner. Forward mid-vehicle directional loudspeaker 38 and rearward mid-vehicle directional loudspeaker 40 both radiate directionally four different channels, L, R, LS, and RS. In other implementations, forward mid-vehicle directional loudspeaker 38 and rearward mid-vehicle loudspeaker 40 may also radiate a center channel C. Forward and rearward mid-vehicle loudspeakers 38 and 40 may be implemented as two separate directional loudspeakers or as a directional loudspeaker having more than two elements, such as four acoustic drivers.

[0050] FIG. 3A shows high radiation directions with the audio system operating in a first mode, which will be called a "music mode." Left front directional loudspeaker 30L radiates directionally the left channel so that the direction toward front left passenger

position 20L is a high radiation direction. Center front directional loudspeaker 30C radiates directionally the right channel so that the direction toward left front passenger position 20L is a high radiation direction; and radiates directionally the left channel so that the direction toward the right front passenger position 20R is a high radiation direction. Right front directional loudspeaker 30R radiates directionally the right channel so that the direction toward right front passenger position 20R is a high radiation direction. Left forward mid-vehicle directional loudspeaker 34L radiates directionally the left surround channel so that the direction toward left front passenger position 20L is a high radiation direction; and radiates directionally the left channel so that the direction toward left intermediate passenger position 21L is a high radiation direction. Forward mid-vehicle multiple element directional loudspeaker 38 radiates directionally the right surround channel so that the direction toward left front passenger position 20L is a high radiation direction; radiates directionally the left surround channel so that the direction toward right front passenger position 20R is a high radiation direction; radiates directionally the right channel so that the direction toward left intermediate passenger position 21L is a high radiation direction; and radiates directionally the left channel so that the direction toward right intermediate passenger position 21R is a high radiation direction. Right forward mid-vehicle directional loudspeaker 34R radiates directionally the right surround channel so that the direction toward right front passenger position 20R is a high radiation direction; and radiates directionally the right channel signal so that the direction toward right intermediate passenger position 21R is a high radiation direction. Left rearward mid-vehicle directional loudspeaker 36L radiates directionally the left surround channel so that the direction toward left intermediate passenger position 21L is a high radiation direction and radiates directionally the left channel so that the direction toward left rear passenger position 22L is a high radiation direction. Rearward mid-vehicle directional loudspeaker 40 radiates directionally the right surround channel so that the direction toward left intermediate passenger position 21L is a high radiation direction; radiates directionally the left surround channel so that the direction toward right intermediate passenger position 21R is a high radiation direction; radiates directionally the right channel so that the direction toward left rear passenger position

22L is a high radiation direction; and radiates directionally the left channel so that the direction toward right rear passenger position 22R is a high radiation direction. Right rearward mid-vehicle directional loudspeaker 36R radiates directionally the right surround channel so that the direction toward right intermediate passenger position 21R is a high radiation direction and radiates directionally the right channel so that the direction toward right rear passenger position 22R is a high radiation direction. If placed as shown, left rear directional loudspeaker 26L may radiate left surround channel omni-directionally as shown. If left rear directional speaker 26L is placed where there might be early reflections, such as the sidewall, left rear directional loudspeaker 26L may radiate the LS channel directionally so that the direction toward rear passenger position 22L is a high radiation direction. Center rear directional loudspeaker 26C radiates directionally the right surround channel so that the direction toward left rear passenger position 22L is a high radiation direction and radiates directionally the left surround channel so that the direction toward right rear passenger position 22R is a high radiation direction. If placed as shown, right rear directional loudspeaker 26R may radiate directionally the right surround channel omni directionally as shown. If right rear directional speaker 26R is placed where there might be early reflections, such as the sidewall, right rear directional loudspeaker 26R may radiate the right surround channel directionally so that the direction toward right rear passenger position 22R is a high radiation direction.

[0051] Some audio material may have center channel information. To radiate center channel information in music mode, center channel speakers (which may or may not be directional speakers) such as 44LF, 44RF, 44LI, 44RI, 44LR, and 44RR could be used, as indicated by the parenthetical expressions in FIG. 3A. Alternatively, the center channel could be mixed with the left and right channels, as indicated by the parenthetical expressions in FIG. 3A.

[0052] FIG. 3B shows low radiation directions of the audio system of FIG. 3A, operating in music mode. Left front directional loudspeaker 30L radiates directionally the left channel so that the direction toward the windshield 32 is a low radiation direction. Center front directional loudspeaker 30C radiates directionally the left channel so that the

direction toward left front passenger position 20L is a low radiation direction and radiates directionally the right channel so that the direction toward right front passenger position 20R is a low radiation direction. Right front directional loudspeaker 30R radiates directionally the right channel so that the direction toward windshield 32 is a low radiation direction. Left forward mid-vehicle directional loudspeaker 34L radiates directionally the left channel so that the direction toward left front passenger position 20L is a low radiation direction and radiates directionally the left surround channel so that the direction toward left intermediate passenger position 21L is a low radiation direction. Forward mid-vehicle directional loudspeaker 38 radiates directionally the right channel, the left channel, and the left surround channels so that the direction toward left front passenger position 20L is a low radiation direction; radiates directionally the left channel, the right channel, and the right surround channel so that the direction toward right front passenger position 20R is a low radiation direction; radiates directionally the right surround channel, the left surround channel, and the left channel so that the direction toward left intermediate passenger position 21L is a low radiation direction; and radiates directionally the left surround channel, the left channel, and the right surround channel so that the direction toward right intermediate passenger position 21R is a low radiation direction. Right forward mid-vehicle directional loudspeaker 34R radiates directionally the right channel so that the direction toward right front passenger position 20R is a low radiation direction and radiates directionally the right surround channel so that the direction toward right intermediate passenger position 21R is a low radiation direction. Left rearward mid-vehicle directional loudspeaker 36L radiates directionally the left channel so that the direction toward left intermediate passenger position 21L is a low radiation direction and radiates directionally the left surround channel so that the direction toward left rear passenger position 22L is a low radiation direction. Rearward mid-vehicle directional loudspeaker 40 radiates directionally the right channel, the left channel, and the left surround channel so that the direction toward left intermediate passenger position 21L is a low radiation direction; radiates directionally the left channel, the right channel, and the right surround channel so that the direction toward right intermediate passenger position 21R is a low radiation direction; radiates directionally the

right surround channel, the left channel, and the left surround channel so that the direction toward left rear passenger position 22L is a low radiation direction; and radiates directionally the left surround channel, the right channel and the right surround channel so that the direction toward right rear passenger position 22R is a low radiation direction. Right rearward mid-vehicle directional loudspeaker 36R radiates directionally the right channel so that the direction toward right intermediate passenger position 21R is a low radiation direction and radiates directionally the right surround channel so that the direction toward right rear passenger position 22R is a low radiation direction. Center rear directional loudspeaker 26C radiates directionally the LS channel so that the direction toward left rear passenger position 22L is a low radiation direction and radiates directionally the RS channel so that the direction toward right rear passenger position 22R is a low radiation direction. If one or more of rear directional loudspeakers 26L, 26C, or 26R are positioned so that radiation is reflected off a reflective surface, such as a windshield or window, the directional loudspeaker may radiate directionally so that the direction toward the reflective surface(s) is a low radiation direction, not identified in this view. If there is center channel information in music mode, the center channel may be mixed with the left and right channels, as indicated by the parenthetical expressions in FIG. 3A. In that instance, front mid-vehicle directional loudspeaker 38 radiates directionally the center channel so that the direction toward left front passenger position 20L is a low radiation direction and radiates directionally the center channel so that the direction toward right front passenger position 20R is a low radiation direction; rear mid-vehicle directional loudspeaker 40 radiates directionally the center channel so that the direction toward left intermediate passenger position 21L is low radiation direction, and radiates directionally the center channels so that the direction toward right intermediate passenger position 21R is a low radiation direction; left forward mid-vehicle directional loudspeaker 34L radiates directionally the center channel so that the direction toward left front passenger position 20L is a low radiation direction; right forward mid-vehicle directional loudspeaker 34R radiates directionally the center channel so that the direction toward right front passenger position 20R is a low radiation direction; left rearward mid-vehicle directional loudspeaker 36L radiates directionally the center

channel so that the direction toward left intermediate passenger position 21L is a low radiation direction; right rearward mid-vehicle directional loudspeaker 36R radiates directionally the center channel so that the direction toward right intermediate passenger position 21R is a low radiation direction.

[0053] Other implementations may have other combinations of directional and non-directional speakers or may not have all of the elements of FIG. 3A. For example, loudspeakers 34L, 34R, 36L, and 36R may be directional as shown, and some or all of the other directional loudspeakers of FIG. 3A may be replaced by conventional omnidirectional loudspeakers. Radiating omni-directionally is more efficient than radiating directionally because no acoustic energy is lost to destructive interference. In an implementation not having center rear directional loudspeaker 26C, rear directional loudspeaker 26L may be configured to radiate the LS channel so that more acoustic energy is radiated toward passenger position 22R than is radiated in the direction toward passenger position 22L; and rear directional loudspeaker 26R may be configured to radiate the RS channel so that more acoustic energy is radiated in the direction toward passenger position 22L than is radiated in the direction toward passenger position 22R. In this implementation, it is permissible or even preferable if the direction toward passenger positions 22L and 22R are both high radiation directions, so long as less acoustic energy is radiated toward the nearer passenger position than is radiated toward the farther passenger position; a difference of 3 or 4 dB is sufficient for a desirable result. The radiation pattern offsets the proximity of rear loudspeakers 26L and 26R to rear seating locations 22L and 22R, respectively, so that passengers in rear seating locations 22L and 22R hear approximately equal LS and RS channel radiation. Similarly, in a configuration not having forward mid-vehicle directional loudspeaker 38 or in which forward mid-vehicle directional loudspeaker 38 is not used to radiate surround channels, left forward mid-vehicle directional loudspeaker 34L may be configured to radiate the LS channel so that more acoustic energy is radiated toward right front seating location 20R than toward left front seating location 20L; and right forward mid-vehicle directional loudspeakers 34R may be configured to radiate the RS channel so that more acoustic energy is radiated toward left front seating location 20L than toward right front seating

location 20R. Also, in a configuration not having rear mid-vehicle directional loudspeaker 40 or in which rear mid-vehicle directional loudspeaker 40 is not used to radiate surround channels, left rear mid-vehicle directional loudspeaker 36L may be configured to radiate the LS channel so that more acoustic energy is radiated toward right intermediate seating location 21R than toward left intermediate seating location 21L; and right rear mid-vehicle directional loudspeaker 36R may be configured to radiate the RS channel so that more acoustic energy is radiated toward left intermediate seating location 21L than toward right intermediate seating location 20R. Forward mid-vehicle directional loudspeaker 38 and rear mid-vehicle directional loudspeaker 40 may be configured to radiate the LS and RS channels forward, as in FIG. 3A and to radiate a center channel rearward.

[0054] An audio system according to FIGS. 3A and 3B is advantageous because the acoustic image at each passenger position may be better balanced left/right and fore/aft; because there may be reduced left and left surround channel radiation from sound sources to the right of each passenger position and correspondingly reduced right and right surround channel radiation from sound sources to the left of each passenger position; because there may be reduced left and right channel radiation from sound sources to the rear of each passenger position and correspondingly reduced left surround channel and right surround channel radiation from sound sources ahead of each passenger position; because there are reduced early reflections; and because the sound fields for each of the passenger positions are very similar, so equalization patterns may not need to be highly position dependent.

[0055] Referring to FIGS. 3C and 3D, there is shown the audio system of FIGS. 3A and 3B operating in a different mode, called "movie mode". In FIGS. 3C and 3D, a video image, for example the video portion of a DVD, is displayed on the screen of video display 42. In the arrangement of FIG. 3C, left front directional loudspeaker 30L, center front directional loudspeaker 30C and right front directional loudspeaker 30R radiate nothing, as may center channel speakers 44LF, 44RF, 44LI, 44RI, 44LR and 44RR, if present. Alternatively, one or more of directional loudspeakers 30L, 30C, 30R, and center channel speakers 44LF, 44RF, 44LI, 44RI, 44LR and 44RR, if present, may

radiate low frequency radiation omni-directionally or center channel loudspeakers 44LI, 44RI, 44LR, and 44RR, if present, may radiate the center channel. Left forward mid-vehicle directional loudspeaker 34L radiates directionally the left channel so that the direction toward right intermediate passenger position 21R is a high radiation direction and preferably so that more acoustic energy is radiated toward right intermediate passenger position 21R than is radiated toward left intermediate passenger position 21L as indicated by the length of the directional arrows. It is permissible or even preferable that the direction toward both intermediate passenger positions 21L and 21R both be high radiation directions so long as less acoustic energy is radiated toward the nearer passenger position than is radiated toward the farther passenger position; a difference of 3 or 4 dB is sufficient for a desirable result. The radiation pattern offsets the proximity of rear loudspeaker 34L to intermediate seating locations 21L, so that passengers in intermediate seating locations 21L and 21R hear approximately equal L channel radiation. Forward mid-vehicle directional loudspeaker 38 radiates directionally the center channel so that the direction toward intermediate passenger positions 21L and 21R are high radiation directions and so that the direction toward rear passenger positions 22L and 22R are high radiation directions. Alternatively, or additionally, the forward mid-vehicle directional loudspeaker 38 can radiate directionally the center channel so that the direction toward the display 42 is a high radiation direction so that, as indicated in FIG. 3C, the center channel radiation reflects off the display 42 and the source of the center channel appears to be the display. Alternatively, the center channel may be radiated using the techniques described in U.S. Patent Application 10/838,759. Right forward mid-vehicle directional loudspeaker 34R radiates directionally the right channel so that the direction toward left intermediate passenger position 21L is a high radiation direction and preferably so that more acoustic energy is radiated toward left intermediate passenger position 21L than is radiated toward right intermediate passenger position 21R as indicated by the length of the directional arrows. It is permissible or even preferable that the direction toward both intermediate passenger positions 21L and 21R both be high radiation directions so long as less acoustic energy is radiated toward the nearer passenger position than is radiated toward the farther passenger position; a difference of 3

or 4 dB is sufficient for a desirable result. The radiation pattern offsets the proximity of rear loudspeaker 34R to intermediate seating locations 21R, so that passengers in intermediate seating locations 21L and 21R hear approximately equal R channel radiation. Left rearward mid-vehicle directional loudspeaker 36L radiates directionally the left surround channel so that the direction toward left intermediate passenger position 21L is a high radiation direction and radiates directionally the left channel so that the direction toward left rear passenger position 22L is a high radiation direction. Rearward mid-vehicle directional loudspeaker 40 radiates directionally the right surround channel so that the direction toward left intermediate passenger position 21L is a high radiation direction; radiates directionally the left surround channel so that the direction toward right intermediate passenger position 21R is a high radiation direction; radiates directionally the right channel so that the direction toward left rear passenger position 22L is a high radiation direction; and radiates directionally the left channel so that the direction toward right rear passenger position 22R is a high radiation direction. Rearward mid-vehicle directional loudspeaker may also radiate the center channel. Right rearward mid-vehicle directional loudspeaker 36R radiates directionally the right channel so that the direction toward right rear passenger position 22R is a high radiation direction and radiates directionally the right surround channel so that the direction toward right intermediate passenger position 21R is a high radiation direction. Left rear directional loudspeaker 26L radiates directionally the left surround channel so that the direction toward left rear passenger position 22L is a high radiation direction. Center rear directional loudspeaker 26C radiates directionally the right surround channel so that the direction toward left rear passenger position 22L is a high radiation direction and radiates directionally the left surround channel so that the direction toward right rear passenger position 22R is a high radiation direction. Right rear directional loudspeaker 26R radiates directionally the right surround channel so that the direction toward right rear passenger position 22R is a high radiation direction.

[0056] FIG. 3D shows the low radiation directions of the audio system operating in the mode of FIG. 3C. Left forward intermediate directional loudspeaker 34L radiates directionally the left channel so that the direction toward the front of the vehicle

passenger compartment is a low radiation direction. Forward mid-vehicle directional loudspeaker 38 radiates directionally the center channel so that the directions toward front seating locations 20L and 20R are low radiation directions. Right forward intermediate directional loudspeaker 34R radiates directionally the right channel so that the direction toward the front of the passenger compartment is a low radiation direction. Left rearward mid-vehicle directional loudspeaker 36L radiates directionally the left channel so that the direction toward left intermediate passenger position 21L is a low radiation direction and radiates directionally the left surround channel so that the direction toward left rear passenger position 22L is a low radiation direction. Rearward mid-vehicle directional loudspeaker 40 radiates directionally the right channel, the left channel, and the left surround channel so that the direction toward passenger position 21L is a low radiation direction; radiates directionally the left channel, the right channel, and the right surround channel so that the direction toward passenger position 21R is a low radiation direction; radiates directionally the left channel, the left surround channel, and the right surround channel so that the direction towards left rear passenger position 22L is a low radiation direction; and radiates directionally the right channel, the left surround channel, and the right surround channel so that the direction toward right rear passenger position 22R is a low radiation direction. Right rearward mid-vehicle directional loudspeaker 36R radiates directionally the right channel so that the direction toward right intermediate passenger position 21R is a low radiation direction and radiates directionally the right surround channel so that the direction toward right rear passenger position 22R is a low radiation direction. If one or more of rear directional loudspeakers 26L, 26C, or 26R are near reflective surfaces, the directional loudspeaker may radiate directionally so that the direction toward the reflective surface(s), not identified in this view, is a low radiation direction. As in the music mode, in implementations not having middle rear directional loudspeaker 26C, to achieve better balance, the left rear directional loudspeaker 26L may be configured so that the direction toward left rear passenger position 22L is a low radiation direction and so that the direction toward right rear passenger position 22R is a high radiation direction; and the right rear directional loudspeaker 26R may be configured so that the direction toward right rear passenger

position 22R is a low radiation direction and so that the direction toward left rear passenger position 22R is a high radiation direction.

[0057] An audio system operating according to FIGS. 3C and 3D has the same advantages as an audio system operating according to FIGS. 3A and 3B. There is reduced left and right channel radiation from sound sources to the rear of each passenger position and correspondingly reduced left surround and right surround channel radiation from sound sources ahead of each passenger position, which results in better fore/aft balance. In “video mode” there may be better left/right balance at the intermediate passenger locations because the directional radiation pattern may offset the closer proximity of the intermediate passenger locations to the directional loudspeakers. There are reduced early reflections, which improves the frequency response. In addition, an audio system operating as in FIGS. 3C and 3D provides a realistic placement of the apparent source of the center channel, which in video applications is intended to appear to come from the video image. Still further, passengers in the intermediate and rear passenger positions can enjoy the audio portion of a video presentation at a relatively high volume without disturbing or distracting the driver or front seat passenger. It is not necessary to implement all of the directional loudspeakers of FIGS. 3A – 3D to obtain improved performance over conventional vehicle audio systems.

[0058] Delays, as described above in the discussion of FIGS. 2D, can also be used in the implementations of FIGS. 3A – 3D to supplement the radiation pattern to cause better localization.

[0059] An audio system may have the capability of operating in both the mode shown in FIGS. 3A and 3B and in the mode shown in FIGS. 3C and 3D, and may also have circuitry for selecting between the available modes of operation. The circuitry could be manual, for example a switch, or could be automatic, for example including circuitry for sensing if a media being played has video information, and if there is video information automatically selecting the mode of FIGS. 3C and 3D.

[0060] The diagrams of FIGS. 2A – 2D and FIGS. 3A – 3D illustrate the directional loudspeakers operating in the horizontal plane. In actual implementations the operation

may have a vertical component as well. For example, if a directional loudspeaker is mounted in the headliner, the radiation and the radiation pattern may be directed downwards as well as preferably laterally.

[0061] FIG. 4 shows another directional loudspeaker mounted in, near, or on a vehicle seat back. In the arrangement of FIG. 4, the audio signals from an auxiliary source, such as a "hands free" radiotelephone such as a cell phone are radiated directionally, so that the direction toward the occupant 46 of the driver seat 20L is a high radiation direction and the direction away from the occupant of the driver seat is a low radiation direction. An audio system incorporating the elements of FIG. 4 could also include circuitry that causes directional loudspeaker 44LI to radiate directionally audio signals from an auxiliary source as described above, and in the absence of signals from an auxiliary source, to radiate directionally a surround channel S so that the direction toward the driver is a high radiation direction and so that the direction away from the occupant 46 of the driver seat 20L is a low radiation direction.

[0062] FIG. 5 shows an audio system with a directional loudspeaker 24, in this case a two element directional array, placed in the rear door. The directional loudspeaker 24 radiates directionally the left channel so that the direction toward the head 522 of an occupant of rear passenger position 22 is a high radiation direction and the direction toward front the head 520 of an occupant of front seat passenger position 20 is a low radiation direction; and radiates directionally the left surround channel so that the direction toward the head 522 of an occupant of rear passenger position 22 is a low radiation direction and so that the direction toward the head 520 of an occupant of front passenger position 20 is a high radiation direction. The passenger in front passenger position 20 hears the left surround channel from a source in back of the front passenger position, and a passenger in the rear seat position 22 hears the left channel from a source ahead of the rear seat position 22. The directional loudspeaker 24 can be mounted higher in the door, for example at the top 50 of the door panel, than a conventional loudspeaker, which results in improved acoustic performance. Conventional loudspeakers are typically mounted low in the door so that if the speaker is radiating left channel information, the conventional loudspeaker is not so close to the front seat passenger so

that the front seat passenger localizes the left channel source as being in back of the front seat.

[0063] Delays, as described above in the discussion of FIG. 2D, may be used to supplement the directional cues caused by the directional loudspeakers.

[0064] Referring to FIG. 6A, there is shown a vehicle passenger compartment with an audio system, similar to FIG. 2C. In addition to the elements of FIG. 2C, the arrangement of FIG. 6A includes sensing circuitry 52 that senses the presence or absence of a passenger in seat locations 20 and 22. Sensing circuitry 52 can be implemented for example by weight sensors in the seats or by optical sensors.

[0065] With passengers in both seat locations 20 and 22, the audio system of FIG. 6A operates as the audio system of FIG. 2C. In FIG. 6B, with no passenger in rear passenger position 22, the audio system may operate differently. For example rear directional loudspeaker 26 may radiate nothing as shown or may radiate the left surround channel directionally or omni-directionally, or may radiate low frequencies non-directionally. It is not necessary to radiate directionally the left surround channel from mid-vehicle directional loudspeaker 24 so that the direction toward rear passenger position 22 is a low radiation direction; instead, mid-vehicle directional loudspeaker 24 may radiate the left surround signal omni-directionally as shown, as indicated by semicircular polar plot line 54, may radiate nothing if rear directional loudspeaker 26 radiates the left surround channel, or may radiate low frequencies only. Radiating omni-directionally is more efficient than radiating directionally. Other forms of vehicle or passenger conditions can be used, and modifications to the operation of the directional loudspeakers can be used. For example, occupant height could be sensed, and the vertical direction of radiation adjusted; the open or closed state of the windows or the top up or down condition of a convertible could be sensed and the directional characteristics of the directional loudspeakers adjusted for the presence or lack of the reflecting or absorbing surfaces; or others. In general, the directivity of a directional loudspeaker can be varied depending on a sensed condition of the vehicle. As state above, signals applied

to the directional loudspeaker may be delayed so that the precedence effect supplements magnitude cues to enhance the acoustic image.

[0066] FIG. 7 shows a portion of a vehicle passenger compartment 18. At a convenient point, for example in the dashboard as shown, is mounted a microphone 56 for use with a hands free radiotelephone, a vehicle noise compensation system, or both. Directional loudspeaker 30L is mounted near the microphone, in this example in the front door. The directional loudspeaker 30L is constructed and arranged to radiate directionally an audio channel, for example the left channel of a surround sound system or a stereophonic system, so that the direction toward a passenger position, such as driver passenger position 20L is a high radiation direction. The directional loudspeaker 30L is further constructed and arranged to radiate directionally so that the direction toward microphone 56 is a low radiation direction. Causing the direction toward the microphone to be a low radiation direction allows the vehicle noise compensation system to obtain a more accurate reading of the ambient noise. Furthermore, radiating less acoustic energy toward a microphone used for radiotelephone communications improves the quality of communication and reduces the chance of feedback. The arrangement of FIG. 7 may be used with a directional microphones so that the microphone picks up sound preferentially from some directions (hereinafter high detection directions), such as the driver seat location as indicated by arrow 64, or so that the direction from a nearby speaker, such as directional loudspeaker 30L, to the microphone is a low pickup direction as indicated by arrow 62.

[0067] Numerous uses of and departures from the specific apparatus and techniques disclosed herein may be made without departing from the inventive concepts. Consequently, the invention is to be construed as embracing each and every novel feature and novel combination of features disclosed herein and limited only by the spirit and scope of the appended claims.

What is claimed is:

- 1 1. An audio system for a vehicle, the audio system comprising a plurality of audio
2 channels, the vehicle comprising a first passenger position and a second passenger
3 position ahead of the first passenger position, the audio system comprising:
4 a first directional loudspeaker positioned ahead of the first passenger position and
5 in back of the second passenger position, constructed and arranged to radiate
6 directionally a first audio channel so that a direction toward the first passenger position is
7 one of a low radiation direction and a high radiation direction and so that a direction
8 toward the second passenger position is the other of a low radiation direction and a high
9 radiation direction.
- 1 2. An audio system in accordance with claim 1, wherein the directional loudspeaker
2 is further constructed and arranged to radiate a second audio channel.
- 1 3. An audio system in accordance with claim 2, wherein the directional loudspeaker
2 is further constructed and arranged to radiate directionally the second audio channel so
3 that a direction toward the passenger position to which the first channel low radiation
4 direction is directed is a second channel high radiation direction and the direction toward
5 the passenger position to which the first channel high radiation direction is directed is a
6 second channel low radiation direction.
- 1 4. An audio system in accordance with claim 3, the vehicle further comprising a
2 third passenger position to the right and ahead of the first passenger position and to the
3 right of the second passenger position and a fourth passenger position, to the right of the
4 first passenger position, to the right and in back of the second passenger position, and in
5 back of the third passenger position;
6 wherein the directional loudspeaker is mounted in back of the second and the
7 third passenger positions, ahead of the first and fourth passenger positions, to the right of
8 the first and the second passenger positions, and to the left of the third and the fourth
9 passenger positions; and
10 wherein the directional loudspeaker is further constructed and arranged to radiate
11 directionally a third audio channel so that a direction toward the third passenger position

12 is one of a low radiation direction and a high radiation direction and to radiate
13 directionally a fourth audio channel so that the direction toward which the third channel
14 low radiation direction is directed is a fourth channel high radiation direction.

1 5. An audio system in accordance with claim 3, further comprising circuitry for
2 delaying one of a first audio channel signal and a second audio channel signal to the first
3 directional loudspeaker.

1 6. An audio system in accordance with claim 5, further comprising circuitry for
2 delaying the other of the first audio channel signal and the second audio signal to the
3 second directional loudspeaker.

1 7. An audio system in accordance with claim 1, wherein the directional loudspeaker
2 is mounted in vehicle door.

1 8. An audio system in accordance with claim 1, wherein the directional loudspeaker
2 is mounted in or on a seatback of a seat associated with the second passenger position.

1 9. An audio system in accordance with claim 1, wherein the directional loudspeaker
2 is mounted in a headliner of the vehicle.

1 10. An audio system in accordance with claim 1, wherein the directional loudspeaker
2 is mounted in a B-pillar.

1 11. An audio system in accordance with claim 1, further comprising a second
2 loudspeaker, positioned ahead of the second passenger position, constructed and arranged
3 to radiate the first audio channel.

1 12. An audio system in accordance with claim 11, wherein the first loudspeaker is
2 constructed and arranged to directionally radiate the first channel so that the direction
3 toward the first passenger position is a high radiation direction and wherein the second
4 loudspeaker is a directional loudspeaker constructed and arranged to radiate the first
5 audio channel so that the direction toward the second passenger position is a high
6 radiation direction.

1 13. An audio system in accordance with claim 12, wherein the second loudspeaker is
2 further constructed and arranged to radiate the first audio channel so that a direction
3 toward a vehicle windshield is a low radiation direction.

1 14. An audio system in accordance with claim 1, wherein the first directional
2 loudspeaker is constructed and arranged to alternatively radiate omni-directionally or
3 directionally based on pre-determined criteria.

1 15. An audio system in accordance with claim 14, wherein the pre-determined criteria
2 comprises the presence or absence of an occupant of the first passenger position.

1 16. An audio system in accordance with claim 15 further comprising a detector for
2 detecting the presence or absence of an occupant of the first passenger position.

1 17. An audio system in accordance with claim 1, wherein the SPL in the low radiation
2 direction is a level at least -6 dB with respect to the maximum radiation in any direction
3 for points equidistant from the directional loudspeaker.

1 18. An audio system in accordance with claim 17, wherein the SPL in the low
2 radiation direction is a level at least -10 dB with respect relative to the maximum
3 radiation in any direction for points equidistant from the directional loudspeaker.

1 19. An audio system in accordance with claim 18, wherein the SPL in the high
2 radiation direction is within 4 dB of the maximum radiation in any direction for points
3 equidistant from the directional loudspeaker.

1 20. An audio system in accordance with claim 1, the vehicle comprising a third
2 passenger position in back of the first passenger position, the audio system further
3 comprising a second directional loudspeaker positioned in back of the first directional
4 loudspeaker and ahead of the third passenger position, constructed and arranged to
5 radiate directionally the first audio channel so that the direction toward the first passenger
6 position is one of a low radiation direction and a high radiation direction and so that the
7 direction toward the third passenger position is the other of a low radiation direction and
8 a high radiation direction.

1 21. An audio system in accordance with claim 20, wherein the second directional
2 speaker is constructed and arranged to radiate directionally a second audio channel so
3 that the direction toward the third passenger position is a high radiation direction and so
4 that the direction toward the first passenger position is a low radiation direction.

1 22. An audio system in accordance with claim 1, wherein the directional loudspeaker
2 is constructed and arranged to alternatively radiate the first audio channel or an audio
3 signal from an auxiliary device.

1 23. An audio system in accordance with claim 22, wherein the auxiliary device is a
2 radiotelephone.

1 24. An audio system in accordance with claim 1, further comprising circuitry for
2 delaying a first channel audio signal to the first directional loudspeaker

1 25. An audio system for a vehicle in accordance with claim 1, wherein the first
2 directional loudspeaker is constructed and arranged to radiate directionally a second
3 channel so that the direction toward the first passenger position is the other of a low
4 radiation direction and a high radiation direction.

1 26. An audio system in accordance with claim 25, wherein the first directional
2 loudspeaker is further constructed and arranged to radiate directionally the second
3 channel so that the direction toward the second passenger position is the other of a low
4 radiation direction and a high radiation direction.

1 27. An audio system in accordance with claim 26, wherein the SPL in the low
2 radiation direction is a level at least -6 dB with respect to the maximum radiation in any
3 direction for points equidistant from the directional loudspeaker.

1 28. An audio system in accordance with claim 1, further comprising a third passenger
2 position to the right and ahead of the first passenger position and to the right of the
3 second passenger position, wherein the first directional loudspeaker is constructed and
4 arranged to radiate directionally the first audio channel so that the direction toward the
5 second passenger position is a high radiation direction and so that more acoustic energy is

6 directed toward the third passenger position than is directed towards the second passenger
7 position.

1 29. An audio system in accordance with claim 28, wherein the direction toward the
2 second passenger position and the direction toward the third passenger position are both
3 high radiation directions.

1 30. A method for operating a vehicle audio system for a vehicle, the audio system
2 comprising a plurality of audio channels, the vehicle comprising a first passenger position
3 and a second passenger position ahead of the first passenger position, the method
4 comprising:

5 radiating directionally a first audio channel so that a direction toward the first
6 passenger position is one of a low radiation direction and a high radiation direction and
7 so that a direction toward the second passenger position is the other of a low radiation
8 direction and a high radiation direction.

1 31. A method in accordance with claim 30, further comprising radiating a second
2 audio channel.

1 32. A method in accordance with claim 31, wherein the radiating the second audio
2 channel comprises radiating directionally the second audio channel so that a direction
3 toward the passenger position to which the first channel low radiation direction is
4 directed is a second channel high radiation direction and the direction toward the
5 passenger position to which the first channel high radiation direction is directed is a
6 second channel low radiation direction.

1 33. A method in accordance with claim 32, the vehicle further comprising a third
2 passenger position to the right and ahead of the first passenger position and to the right of
3 the second passenger position and a fourth passenger position, to the right of the first
4 passenger position, to the right and in back of the second passenger position, and in back
5 of the third passenger position and wherein the directional loudspeaker is mounted in
6 back of the second and the third passenger positions, ahead of the first and fourth
7 passenger positions, to the right of the first and the second passenger positions, and to the
8 left of the third and the fourth passenger positions, the method further comprising

9 radiating directionally a third audio channel so that a direction toward the third
10 passenger position is one of a low radiation direction and a high radiation direction and
11 radiating directionally a fourth audio channel so that the direction toward which
12 the third channel low radiation direction is directed is a fourth channel high radiation
13 direction.

1 34. A method in accordance with claim 32, further comprising delaying one of a first
2 audio channel signal and a second audio channel signal to the first directional
3 loudspeaker.

1 35. A method in accordance with claim 34, further comprising delaying the other of
2 the first audio channel signal and the second audio signal to the second directional
3 loudspeaker.

1 36. A method in accordance with claim 31, further comprising radiating
2 omni-directionally a second audio channel.

1 37. A method in accordance with claim 30, the vehicle further comprising a second
2 loudspeaker, positioned ahead of the second passenger position, the method further
3 comprising radiating a second audio channel.

1 38. A method in accordance with claim 37, wherein radiating the second channel
2 comprises radiating directionally the second audio channel so that the direction toward
3 the second passenger position is a high radiation direction.

1 39. A method in accordance with claim 38, wherein the radiating the second audio
2 comprises radiating directionally the second audio channel so that a direction toward a
3 vehicle windshield is a low radiation direction.

1 40. A method in accordance with claim 30, where in the radiating is alternatively
2 comprises one of radiating omni-directionally or radiating directionally based on
3 pre-determined criteria.

1 41. A method in accordance with claim 40, wherein the pre-determined criteria
2 comprise the presence or absence of an occupant of the first passenger position.

1 42. A method in accordance with claim 41 further comprising detecting the presence
2 or absence of an occupant of the first passenger position.

1 43. A method in accordance with claim 30, wherein the SPL in the low radiation
2 direction is a level at least -6 dB with respect to the maximum radiation in any direction
3 for points equidistant from the directional loudspeaker.

1 44. A method in accordance with claim 43, wherein the SPL in the low radiation
2 direction is a level at least -10 dB with respect to the maximum radiation in any
3 direction for points equidistant from the directional loudspeaker.

1 45. A method in accordance with claim 44, wherein the SPL in the high radiation
2 direction is within 4 dB of the maximum radiation in any direction for points equidistant
3 from the directional loudspeaker.

1 46. A method in accordance with claim 30, the vehicle comprising a third passenger
2 position in back of the first passenger position, the audio system further comprising a
3 second directional loudspeaker positioned in back of the first directional loudspeaker and
4 ahead of the third passenger position, the method further comprising
5 radiating directionally the first audio channel so that the direction toward the first
6 passenger position is one of a low radiation direction and a high radiation direction and
7 so that the direction toward the third passenger position is the other of a low radiation
8 direction and a high radiation direction.

1 47. A method in accordance with claim 46, further comprising radiating directionally
2 a second audio channel so that the direction toward the third passenger position is a high
3 radiation direction and so that the direction toward the passenger position toward which
4 the first channel high radiation is directed is a low radiation direction.

1 48. An audio system in accordance with claim 30, comprising alternatively radiating
2 directionally so that the direction toward the second passenger position is a high radiation
3 direction the first audio channel or audio signals from an auxiliary device.

1 49. An audio system in accordance with claim 48, wherein the auxiliary device is a
2 radiotelephone.

- 1 50. An audio system in accordance with claim 30, delaying a first channel audio
2 signal to the first directional loudspeaker.
- 1 51. A method for operating a vehicle audio system for a vehicle in accordance with
2 claim 30, further comprising
3 radiating directionally a second channel so that the direction toward the second
4 passenger position is the one of a low radiation direction and a high radiation direction
5 and so that the direction toward the first passenger position is the other of the high
6 radiation direction and the low radiation direction.
- 1 52. A method in accordance with claim 51, wherein the SPL in the high radiation
2 direction is within 4 dB of the maximum radiation in any direction for points equidistant
3 from the directional loudspeaker.
- 1 53. An audio system for a vehicle, the vehicle comprising passenger positions and an
2 acoustically reflective surface, the audio system comprising:
3 a directional loudspeaker, constructed and arranged to radiate directionally
4 acoustic energy so that the direction toward a passenger position is one of a high
5 radiation direction and a low radiation direction and so that the direction toward the
6 reflective surface is the other of the high radiation direction and the low radiation
7 direction.
- 1 54. An audio system in accordance with claim 53, wherein the reflective surface is a
2 windshield.
- 1 55. An audio system in accordance with claim 53, wherein the reflective surface is
2 one of a tailgate window and a rear window.
- 1 56. A method for operating a vehicle audio system, the vehicle comprising passenger
2 positions and an acoustically reflective surface, the method comprising:
3 radiating directionally acoustic energy so that the direction toward a passenger
4 position is one of a high radiation direction and a low radiation direction and so that the
5 direction toward the reflective surface the other of a high radiation direction and a low
6 radiation direction.

1 57. A method for operating an audio system in accordance with claim 56, wherein the
2 reflective surface is a windshield.

1 58. A method for operating an audio system in accordance with claim 56, wherein the
2 reflective surface is one of a tailgate window and a rear window.

1 59. An audio system for a vehicle, the vehicle comprising a passenger location and a
2 microphone for detecting acoustic energy, the audio system comprising:
3 a directional loudspeaker constructed and arranged to radiate sound directionally
4 so that the direction toward the passenger location is a high radiation direction and so that
5 the direction toward the microphone is a low radiation direction.

1 60. An audio system in accordance with claim 59, wherein the microphone is a
2 component of a vehicle noise compensation system.

1 61. An audio system in accordance with claim 60, wherein the microphone is a
2 component of a radiotelephone system.

1 62. An audio system in accordance with claim 59, wherein the microphone is a
2 component of a radiotelephone system.

1 63. An audio system in accordance with claim 59, wherein the microphone is a
2 directional microphone and where the direction from the microphone toward the
3 directional loudspeaker is a low detection direction.

1 64. An audio system in accordance with claim 63, wherein the direction from the
2 microphone toward a passenger location is a high detection direction.

1 65. An audio system for a vehicle, comprising:
2 a plurality of audio channels;
3 a directional loudspeaker;
4 a first operating mode characterized by the directional loudspeaker radiating one
5 of the audio channels; and
6 a second operating mode characterized by the directional loudspeaker radiating a
7 different one of the channels.

1 66. An audio system for a vehicle in accordance with claim 65, wherein the one of the
2 audio channels is a center channel and the different one of the channels is one of a right
3 channel and a left channel.

1 67. An audio system in accordance with claim 66, wherein the second operating mode
2 is further characterized by the directional loudspeaker radiating the other of the right
3 channel and the left channel.

1 68. An audio system in accordance with claim 67, wherein the directional
2 loudspeaker radiates the left channel directionally so that the direction toward a passenger
3 position on the right is a high radiation direction and wherein the directional loudspeaker
4 radiates the right channel directionally so that the direction toward a passenger position
5 on the left is a high radiation direction.

6 69. An audio system in accordance with claim 68, wherein the directional
7 loudspeaker radiates the left channel directionally so that the direction toward the
8 passenger position on the left is a low radiation direction and radiates the right channel so
9 that direction toward the passenger position on the right is a low radiation direction.

1 70. An audio system in accordance with claim 66, wherein the directional
2 loudspeaker is constructed and arranged so that the source of the center channel radiation
3 appears to be a video display.

1 71. An audio system in accordance with claim 70, wherein the directional
2 loudspeaker radiates the center channel toward the video display so that the center
3 channel radiation reflects off the video display.

1 72. An audio system in accordance with claim 65, wherein the first operating mode is
2 further characterized by the directional loudspeaker radiating the center channel so that a
3 direction toward a front passenger position is a low radiation direction

1 73. A method for operating a vehicle audio system, the audio system comprising a
2 plurality of audio channels and a plurality of directional loudspeakers, the method
3 comprising:

alternatively radiating by one of the plurality of directional loudspeaker one of a first directional radiating pattern and a second directional radiating pattern.

74. A method for operating a vehicle audio system in accordance with claim 73, wherein

the radiating the first directional radiating pattern comprises radiating the center channel by a first plurality of speakers and

wherein the radiating the second radiating pattern includes radiating the center channel by one of the directional loudspeakers, the one of the directional loudspeakers not included in the first plurality of loudspeakers.

75. A method for operating a vehicle audio system in accordance with claim 73, further comprising:

alternatively radiating by a second of the plurality of directional loudspeaker one of the first directional radiating pattern and the second directional radiating pattern.

76. A method for operating a vehicle audio system in accordance with claim 73, further comprising

selecting, by a user, the first radiating pattern or the second radiating pattern.

77. A method for operating a vehicle audio system in accordance with claim 73, further comprising:

automatically selecting, based on a sensed condition, the first radiating pattern or the second radiating pattern.

78. An audio system for a vehicle comprising a directional loudspeaker mounted in a door of the vehicle.

79. An audio system for a vehicle in accordance with claim 78, wherein the directional loudspeaker is a directional array.

80. An audio system in accordance with claim 79, wherein the audio system includes a plurality of channels including a surround channel and wherein the directional loudspeaker is constructed and arranged to radiate directionally the surround channel so that the direction toward the front of the vehicle is a high radiation direction.

1 81. An audio system in accordance with claim 80, wherein the audio system is
2 constructed to radiate directionally the surround channel so that the direction toward the
3 rear of the vehicle is a low radiation direction.

1 82. An audio system in accordance with claim 81, wherein the audio system is
2 constructed and arranged to radiate directionally another of the plurality of channels so
3 that the direction toward the rear of the vehicle is a high radiation direction.

1 83. An audio system in accordance with claim 82, wherein the audio system is
2 constructed and arranged to radiate directionally the another of the plurality of channels
3 so that the direction toward the front of the vehicle is a low radiation direction.

1 84. An audio system in accordance with claim 80, wherein the audio system is
2 constructed and arranged to radiate directionally another of the plurality of channels so
3 that the direction toward the rear of the vehicle is a high radiation direction.

1 85. An audio system in accordance with claim 80, wherein the audio system is
2 constructed and arranged to alternatively radiate the surround channel directionally or
3 omni-directionally.

1 86. An audio system in accordance with claim 78, wherein the audio system includes
2 a plurality of channels including a surround channel and wherein the directional
3 loudspeaker is constructed and arranged to radiate the surround channel toward the front
4 of the vehicle.

1 Abstract

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

Vehicle audio systems including directional loudspeakers, particularly directional arrays. An exemplary audio system for a vehicle includes a plurality of audio channels. The vehicle includes a first passenger position and a second passenger position ahead of the first passenger position. The audio system includes a first directional loudspeaker positioned ahead of the first passenger position and in back of the second passenger position, constructed and arranged to radiate directionally a first audio channel so that a direction toward the first passenger position is one of a low radiation direction and a high radiation direction and so that a direction toward the second passenger position is the other of a low radiation direction and a high radiation direction.

2 Representative Drawing

Fig. 1

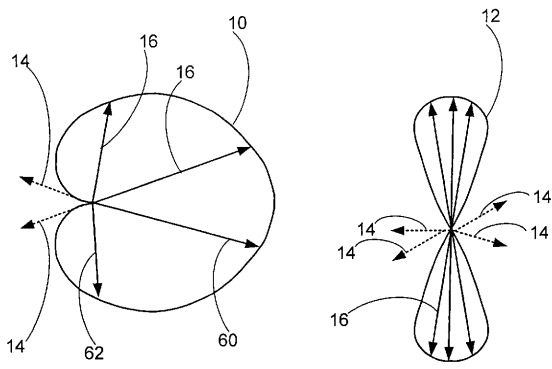


FIG. 1

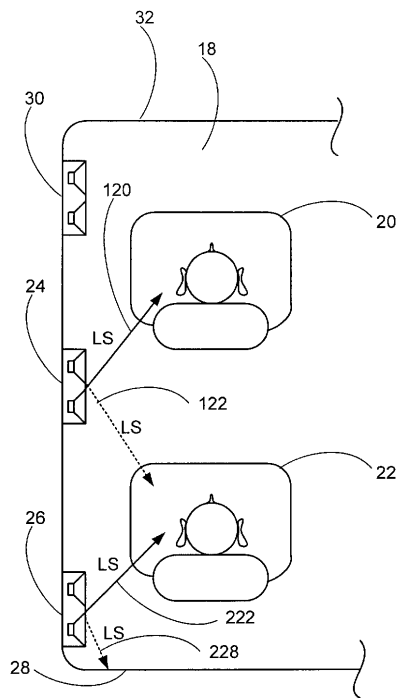


FIG. 2A

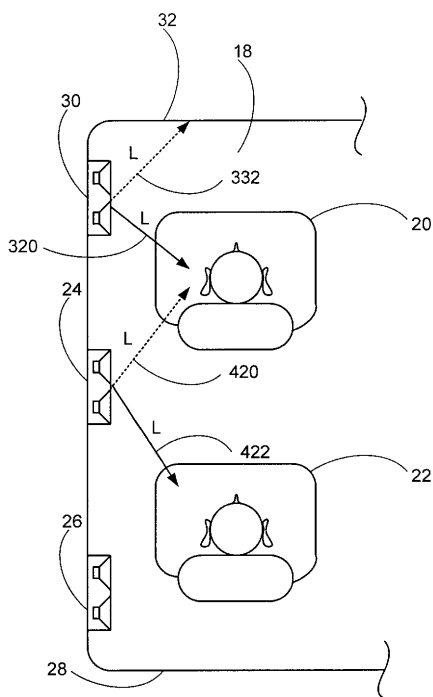


FIG. 2B

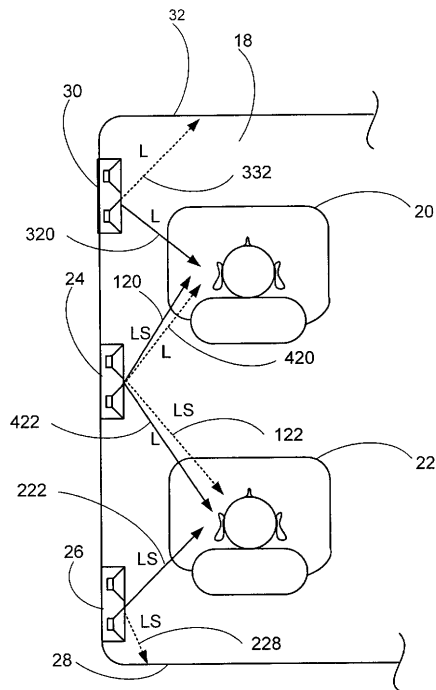


FIG. 2C

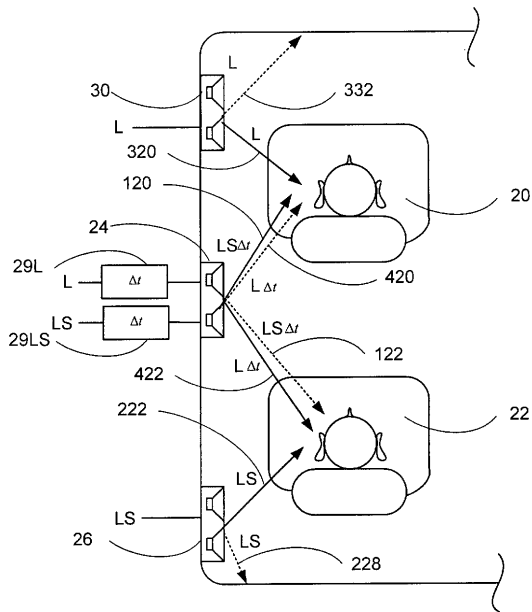


FIG. 2D

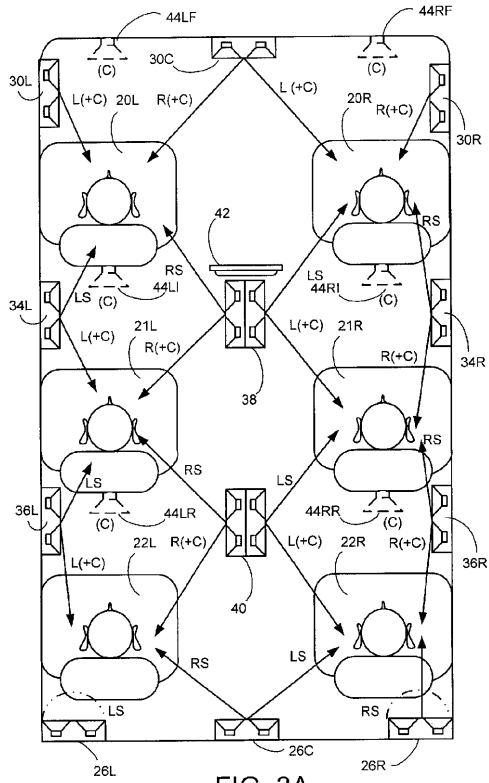


FIG. 3A

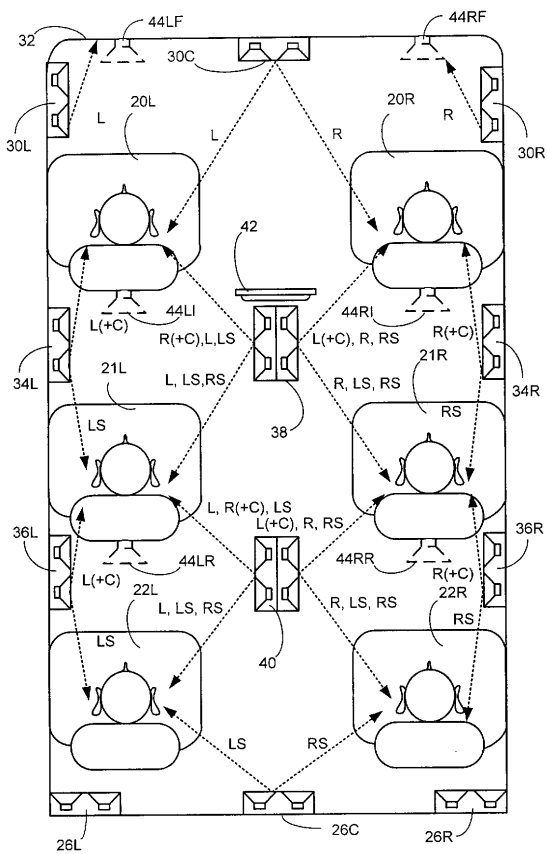


FIG. 3B

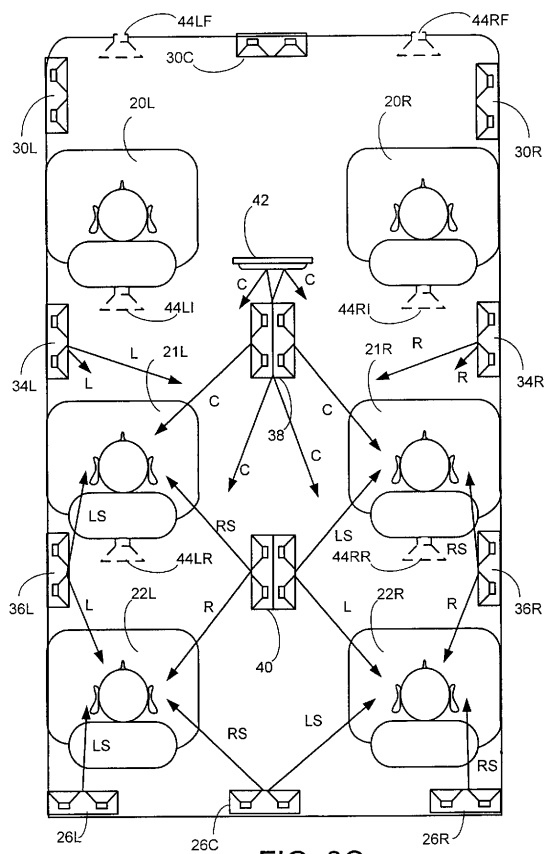


FIG. 3C

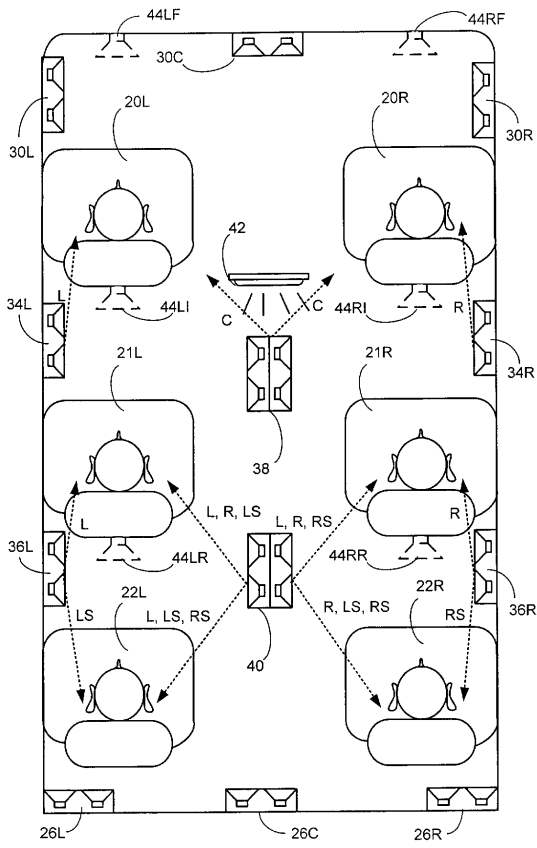


FIG. 3D

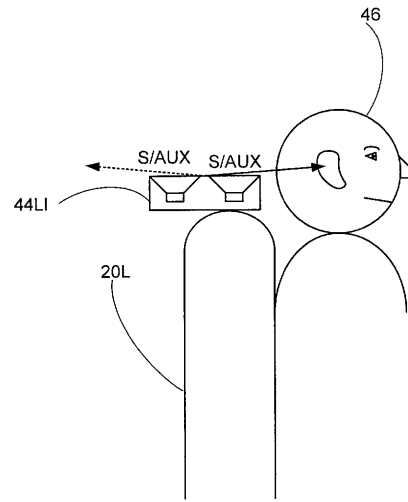


FIG. 4

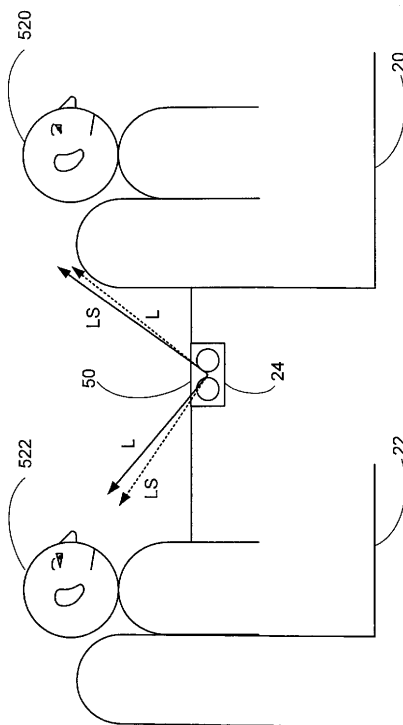


FIG. 5

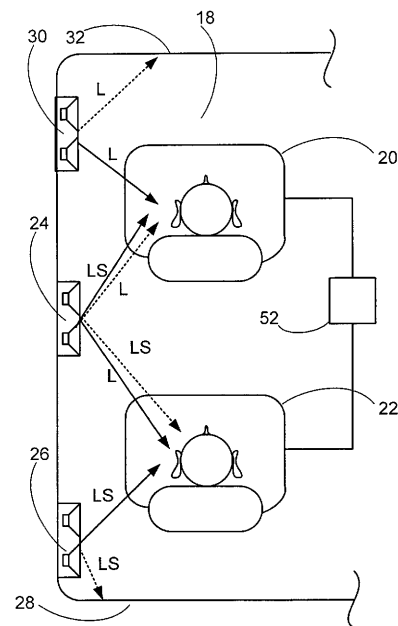


FIG. 6A

