

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報 ( B 2 )

(11)特許番号

特許第 3 1 9 1 8 9 7 号

( P 3 1 9 1 8 9 7 )

(45)発行日 平成13年7月23日(2001.7.23)

(24)登録日 平成13年5月25日(2001.5.25)

(51)Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I
H 0 4 R	3/12	H 0 4 R 3/12 Z
B 6 0 R	11/02	B 6 0 R 11/02 B
H 0 4 R	1/40	H 0 4 R 1/40 3 1 0

請求項の数 8

(全 7 頁)

(21)出願番号	特願平6-18306	(73)特許権者	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(22)出願日	平成6年2月15日(1994.2.15)	(72)発明者	守谷 健弘 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本 電信電話株式会社内
(65)公開番号	特開平7-226995	(74)代理人	100066153 弁理士 草野 卓
(43)公開日	平成7年8月22日(1995.8.22)		
審査請求日	平成11年1月25日(1999.1.25)	審査官	松澤 福三郎
		(56)参考文献	特開 昭64 - 57899 ( J P , A ) 特開 昭62 - 117099 ( J P , A )
		(58)調査した分野 ( Int. Cl. 7 , D B 名 )	H04R 3/12 B60R 11/02 H04R 1/40 310

(54)【発明の名称】警報音発生装置

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発音軸を車両前方に向けて車両の前後方向に配列させた複数のスピーカと、前記スピーカのうち最前列又は最後列に配置された主スピーカに警報信号を分配供給する信号発生部と、  
車両前方における音波の時間平均パワーが最大となるように、前記主スピーカを除く各スピーカごとに、これらに分配供給される警報信号の位相を制御する移相部と、  
を有する警報音発生装置。

【請求項 2】 前記移相部が、前記主スピーカを除くスピーカにそれぞれ警報信号を入力する電圧制御発振器部と、  
前記各主スピーカを除く各スピーカの入力警報信号の、前記主スピーカの入力警報信号に対する各位相差を、車両前方における音波の時間平均パワーが最大値となるよ

2

うに設定する位相差設定部と、  
前記主スピーカを除く各スピーカの入力警報信号の位相と、前記主スピーカへの入力警報信号の位相との差が、対応する前記設定された位相差になるように制御する位相比較部と、を有することを特徴とする請求項 1 記載の警報音発生装置。

【請求項 3】 前記主スピーカを第 1 スピーカとし、それ以外のスピーカを第 2 乃至第 n スピーカとし ( n > 3 )、

10 前記信号発生部は、第 1 周波数  $f_1$  乃至第 n - 1 周波数  $f_{n-1}$  の警報信号 ( 但し  $f_1 > f_2 > \dots > f_{n-1}$  ) をそれぞれ発生し、  
前記移相部は前記信号発生部より分配供給される前記第 1 周波数  $f_1$  乃至第 n - 1 周波数  $f_{n-1}$  の警報信号の位相を、前記第 2 スピーカ乃至第 n スピーカまでの各スピーカ

一力ごとに制御することを特徴とする請求項1記載の警報音発生装置。

【請求項4】 前記移相部が、前記第2乃至第nスピーカにそれぞれ警報信号を入力する電圧制御発振器部と、前記第2乃至第nスピーカへの各入力信号の各々前記第1周波数 $f_1$ 乃至第 $n-1$ 周波数 $f_{n-1}$ の警報信号に対する位相差を設定する位相差設定部と、前記第2乃至第nスピーカへの各入力信号の位相と前記第1周波数 $f_1$ 乃至第 $n-1$ 周波数 $f_{n-1}$ の警報信号の位相との差が前記位相差になるように前記電圧制御発振器部を制御する位相比較部と、からなる請求項3記載の警報音発生装置。

【請求項5】 前記第2乃至第nの各スピーカと前記主スピーカとの前後方向の間隔が、前記車両の後方における音波の時間平均パワーが最小となるように前記警報信号の周波数に応じて設定されることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の警報音発生装置。

【請求項6】 車両の走行速度を測定する速度測定部を備え、前記移相部において前記走行速度に応じて前記各スピーカへの入力信号の位相を制御することを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の警報音発生装置。

【請求項7】 前記速度測定部が、測定用信号を発生する信号生成器と、前記測定用信号を入力して車両前方に向けて放音する発音体と、前記発音体の前方及び後方にそれぞれ近接して配置された第1及び第2マイクロホンと、前記発音体から放音した音波と前記第1及び第2マイクロホンで受音した音波との時間差を各々測定する時間差測定部と、前記時間差から前記車両の走行速度を測定する速度測定部とよりなることを特徴とする請求項6記載の警報音発生装置。

【請求項8】 前記速度測定部が車両の走行速度と共に音速を測定する音速測定部を有し、前記移相部において前記走行速度と前記音速に応じて前記各スピーカへの入力信号の位相を制御することを特徴とする請求項7記載の警報音発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は緊急自動車などで用いる警報音発生装置に関し、特に指向性の向上に係わる。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】従来の緊急自動車等の車両2では通常図7Aのように2つの指向性スピーカ $S_1$ 、 $S_2$ を左右に並べて一つの信号発生装置から同時に駆動して警報音を発生させている。この結果、十分遠方では図7のB、Cの特性を掛け合わせたような指向性をもって音波を発生していることになる。図Bは2つのスピーカを同じ信号で駆動することによる指向性で、図Cはスピーカ固有の指向性である。しかしながらその指向特性は十分ではない。

【0003】本発明の目的は、できるだけ鋭い指向性をもった警報音発生装置を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】(1)請求項1の警報音発生装置は、車両前方に向けて、前後方向にずらして前記車両に配設される複数のスピーカと、それらスピーカの内の最前列(又は最後列)のスピーカ及び装置内の所定部に警報信号を分配供給する信号発生部と、その信号発生部より分配供給される警報信号の位相を、車両前方の音波の時間平均パワーが最大となるように、前記最前列(又は最後列)のスピーカを除く各スピーカごとに、それぞれ制御した信号を作成して、各スピーカに入力する移相部とにより構成される。

【0005】(2)請求項2の発明では、前記(1)項記載の警報音発生装置において、前記移相部が、前記複数のスピーカの内の前記最前列(又は最後列)のスピーカを除くスピーカにそれぞれ警報信号を入力する電圧制御発振器部と、前記最前列(又は最後列)のスピーカを除く各スピーカの入力信号の前記最前列(又は最後列)のスピーカの入力信号に対する各位相差を、車両前方の音波の時間平均パワーが最大となるように、前記走行速度に応じて設定する位相差設定部と、前記各スピーカの入力信号と前記最前列(又は最後列)のスピーカの入力信号との位相を比較し、前者の後者に対する位相差が、前記位相差設定部で設定された値に一致するように、前記電圧制御発振器部を制御する位相比較部とにより構成される。

【0006】(3)請求項3の発明では前記(1)項記載の警報音発生装置において、前記スピーカは、最前列(又は最後列)の第1スピーカ乃至最後列(又は最前列)の第nスピーカ( $n \geq 3$ )とより成り、前記信号発生部は、第1周波数 $f_1$ 、第2周波数 $f_2$ ...、第( $n-1$ )周波数 $f_{n-1}$ (ただし $f_1 > f_2 > \dots > f_{n-1}$ )の警報信号をそれぞれ切換、発生するものであり、前記移相部は、前記信号発生部より分配供給される前記第1乃至第( $n-1$ )周波数の警報信号の位相を対応する前記第2乃至第nスピーカごとに偏倚させた信号を作成し、各スピーカに入力するものである。

【0007】(4)請求項4の発明は、前記(3)項記載の警報音発生装置において、前記移相部が、前記第2乃至第nスピーカにそれぞれ警報信号を入力する電圧制御発振器部と、前記第2乃至第nスピーカの各入力信号のそれぞれ前記第1乃至第( $n-1$ )周波数の警報信号に対する位相差を設定する位相差設定部と、前記第2乃至第nスピーカの各入力信号と前記第1乃至第( $n-1$ )周波数の警報信号との位相をそれぞれ比較し、前者の後者に対する位相差が、前記位相差設定部で設定された値に一致するように、前記電圧制御発振器部を制御する位相比較部とより構成される。

【0008】(5)請求項5の発明では、前記(1)乃

至(4)項のいずれかに記載の警報音発生装置において、前記警報信号の周波数及び前記各スピーカと前記最前列(又は最後列)のスピーカとの前後方向の間隔は、前記車両の後方における音波の時間平均パワーがほぼ最小となるように設定される。

(6)請求項6の発明では、前記(1)乃至(5)項のいずれかに記載の警報音発生装置において、前記速度測定部が、測定用信号の発生装置と、その発生装置の出力を入力し、車両前方に向けて放音する発音体と、その発音体の前方及び後方にそれぞれ近接して配設される第1及び第2マイクロホンと、前記発音体より放音した音波と前記第1、第2マイクロホンで受信した音波との間の時間差をそれぞれ測定する時間差測定部と、その時間差測定部の測定値から前記車両の走行速度を測定する走行速度測定部とにより構成される。

【0009】(7)請求項7の発明では、前記(1)乃至(6)項のいずれかに記載の警報音発生装置において、前記速度測定部が、車両の走行速度と共に音速を測定し、その測定された走行速度と音速に応じて、前記移相部が、前記各スピーカ入力信号の位相を制御するものである。

【0010】

【実施例】本発明では、複数のスピーカを車両の前後方向にずらせて配置し、それぞれの発生する音波の位相を制御することで鋭い指向性を持たせることが特徴である。またその際に、自動車などの走行速度に依存するドップラー効果も考慮する。図5は本発明におけるスピーカの配置例を示す。車両2の前後方向にずらせてスピーカを配設する。間隔はおおよそ発生する音の波長の1/4程度が目安となる。スピーカの個数を多くするほど強い指向性を持たせることができる。

【0011】図1Aは本発明の請求項1の実施例の構成を示す。ここでは警報信号として正弦波を用い、スピーカの個数を4個とする。信号発生部4の出力を直接最前列のスピーカS<sub>1</sub>へ、また移相部5を通してスピーカS<sub>2</sub>~S<sub>4</sub>に供給する。移相部5は警報信号の位相をスピーカS<sub>1</sub>の入力の位相を基準として各スピーカごとに制御する。これはVCOと位相比較器を用いるPLL制御或いは遅延器を制御器で制御する方法で実現できる。位相調整方法は後述するが、スピーカの間隔、警報信号の周波数、車両の走行速度に依存して所望の指向性を得るように決定される。

【0012】図2は本発明の請求項2の実施例の構成を\*

$$P(t) = | a \sin \{ 2 \pi f t / (V - v) \} + b \sin \{ 2 \pi f (t - L / V) / (V - v) \} + \dots |^2 \quad \dots (1)$$

従って、時間平均パワーPaは

$$P_a = a^2 + b^2 + 2 a b \cos \{ 2 \pi f \{ L / (V - v) \} + \dots \} \quad \dots (2)$$

同様に十分遠方において、前方より角度θの方向の平均

\*示す図である。この例では、移相部5はVCO部8と、位相比較部9と、位相差(オフセット)設定部10とで構成される。また信号発生部4はVCO4aと制御電圧発生器4bとで構成される。この場合スピーカS<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>ごとに電圧制御発振器(VCO)を用意し、それぞれの出力の位相が基準の信号発生部4の出力と所望の位相差(オフセット)に保たれるように位相を制御するPLL制御を用いている。位相差は、この場合もスピーカの間隔と発振周波数および走行速度で設定する。図2の構成ではそれぞれの発振器の出力を使って閉ループで制御するので、警報信号の周波数の変更、走行速度の変化に柔軟に追従できる。

【0013】図4は走行速度vを音速Vとともに測定する方法を示す。警報音発生用スピーカとは別にスピーカ21を用意し、パルス列またはM系列雑音で駆動する。スピーカ21の出力をマイクロホン22, 23で受けて、各マイクロホンの出力M<sub>1</sub>(t), M<sub>2</sub>(t)のスピーカ駆動信号S(t)との時間差t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>から音速V、車両の走行速度vを算出する。前方のマイクロホン21だけでは音速Vと走行速度vの差V - v = L<sub>1</sub> / t<sub>1</sub>が測定できるが、それぞれを分離した速度は分からない。後方にもうひとつのマイクロホン23において時間差t<sub>2</sub>を測定すると、音速Vと走行速度vの和V + v = L<sub>2</sub> / t<sub>2</sub>が測定できる。ここでL<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>はマイクロホン22, 23とスピーカ21との間隔である。各速度の差及び和から、V及びvを測定できる。この結果を使ってスピーカごとの位相差を制御すればよい。この速度測定用のスピーカ21を警報音発生用スピーカと共用し、速度測定用のM系列信号を警報音に重畳することも可能である。警報音が正弦波の場合にはその成分をフィルタで除去すれば、時間差が測定できるためである。

【0014】位相差の設定法について、簡単化のため2つのスピーカS<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>を車両の前後にずらせて配置した図5の場合について説明する。スピーカの間隔をL、警報信号の周波数をf、進行方向に対し後のスピーカS<sub>2</sub>の入力の前のスピーカS<sub>1</sub>の入力に対する位相差をφ、音速及び走行速度をそれぞれV, v、前後の各スピーカからの音波の振幅をそれぞれa, bとすると、十分遠方の前方での音波の瞬時パワーP(t)は次のように計算できる。

【0015】

$$P_a(\theta) = a^2 + b^2 + 2ab \cos \{ 2 f \{ L \cos \theta / (V - v \cos \theta) \} + \dots \} \quad \dots (3)$$

なお  $\theta = 0$  のときが進行方向前方、即ち、車両が直進するものとして車両前方、 $\theta = \pi/2$  のときが真横、 $\theta = \pi$  のときが真後ろに対応する。

\*【0016】(2) 式の車両前方の平均パワー  $P_a$  を最大にするには、

$$2 f \{ L / (V - v) \} + \dots = 0 \pm 2m \quad \dots (4)$$

を満足するように、走行速度  $v$  に応じて位相差  $\phi$  を制御すればよい。

$$\phi = \pm 2m \pi - 2 f L / (V - v) \quad \dots (4')$$

更に、(3) 式で  $\phi = 0$  とした車両後方の平均パワー  $P_a$  を最小にするには、

$$- 2 f \{ L / (V + v) \} + \dots = \pm 2m \quad \dots (5)$$

を満足させねばならない。(4)、(5) 式より

$$f = (1 + 2m) (V^2 - v^2) / 4 V L \quad \dots (6)$$

(4) 式、(5) 式を満足させるように  $f$  と  $L$  を設定すれば前方に強く、後方に弱く音波を伝えることができる。しかし、車両後方の平均パワー  $P_a$  を最小にするために必要な(5) 式は、車両前方における平均パワー  $P_a$

$a$  を最大にするために必要な(4) 式ほど重要ではないので、近似的に成立すればよい。そこで  $V \gg v$  であるので、 $v$  を省略し、

$$f = (1 + 2m) V / 4 L \quad \dots (6')$$

を満足する周波数  $f$  を設定する。

—力間隔  $L$  を(6) 式より

【0017】周波数  $f$  が指定された一定値の時は、スピー

$$L = (1 + 2m) (V^2 - v^2) / (4 f \times V) \quad \dots (7)$$

とすればよい。ところで、(7) 式において、スピーカ間隔  $L$  を走行速度  $v$  に応じて変えることは一般にでき

\*ず、多くの場合(走行速度)  $v$  は音速  $V$  よりも格段に小さいので  $v$  を無視して、

$$L = (1 + 2m) V / 4 f \quad \dots (7')$$

とすれば、(5) 式は近似的に満足する。このように  $f$  が一定の時は、間隔  $L$  と  $f$  を決めればよい。いずれにしても、 $f$  と  $L$  は後方のパワーがほぼ最小となるように設定される(請求項5)。

力  $S_1$  と  $S_2$  を使い、周波数の低い ( $f = f_2$ ) ときには間隔  $L_2$  の大きいスピーカ  $S_1$  と  $S_3$  を使うと両方の周波数に対して所望の指向性が得られる。周波数が ( $n - 1$ ) 種類の場合には  $n$  個のスピーカを用いればよい。

【0018】なお、(4) 式、(5) 式ともに右辺には  $2m$  ( $m$  は自然数) の自由度があり、都合のよい組合せを選択することができる。ただしこの場合、前方以外にも  $m$  個だけ横方向にも指向性の強い方向ができる(図5参照)。これまでにスピーカが2個の場合を説明したが、2個以上の場合には、同様に各スピーカ  $S_i$  入力  $i$  の、スピーカ  $S_1$  入力に対する位相差  $\phi_i$  と、 $S_1$  との間隔  $L_i$  を(4) 式、(5) 式によって設定すればよい。

【0020】図1Bは図1Aの移相部5を図2と同様にVCO部8と位相比較部9と位相差設定部10とで構成しPLL制御を行う場合である。図5Dのような配置では、横方向に並んだ中央のスピーカ  $S_2$  と  $S_2$  は進行方向の中心軸上にあるものとして図5Bの場合と同様に間隔  $L_1$ 、 $L_2$  を設定すれば同じように前方と後方の指向性を制御できる。図5Dの配置ではさらに横方向の指向性(右方向と左方向で異なる指向性)を持たせることが可能となる。

【0019】救急車のように周波数が  $f_1$ 、 $f_2$  ( $f_1 > f_2$ ) の2種類の場合には、図2及び図4Bに示すようにスピーカを最低3個車両の前後方向に並べて、周波数が高い ( $f = f_1$ ) ときには間隔  $L_1$  の小さいスピー

【0021】以下に具体的な数値例を図5Cの場合について示す。(4) 式を満たすように  $L$  を設定すると、前方へのパワーは

$$P_a(0) = a^2 + b^2 + 2ab \quad \dots (8)$$

となるが、後方は

$$P_a(\pi) = a^2 + b^2 + 2ab \cos \{ 4 f V L / (V^2 - v^2) \} \quad \dots (9)$$

である。

車の速度  $v$  が増加すると、それに応じて  $L$  を変えて、(4) 式を満たすようにすると、(5) 式は成立しなくなるが、 $V \gg v$  なので後方へのパワーは最小値より少し増加するだけである。また  $m = 1$  として  $L = 3V / 4f = 0.51$  (m) 又は  $m = 2$  として  $L = 5V / 4f = 0.85$  (m) としてもよい。これらの場合の指向特性

【0022】 $f = 500$  (Hz)、 $V = 340$  (m/s)、 $v = 0$  (m/s) であれば、 $L$  は(6) 式又は(7) 式より  $L = (1 + 2m) V / 4f = V / 4f = 0.17$  (m) ( $m = 0$ ) とすると、 $L$  は(4) 又は(4) 式より  $L = - 2 f L / V = - \dots / 2$  となる。

を図 6 に示す。

【0023】これ迄の説明では、位相の基準を与える入力信号に対応するスピーカ（基準となるスピーカとも言う） $S_1$  が最前列にあるものとしたが、この基準となるスピーカ  $S_1$  が最後列にあっても、これまでと同様に各スピーカ入力の位相を制御すれば、指向特性を向上させることは明らかである。これ迄の説明では、移相部 5 は速度測定部 7 で測定された車両の走行速度  $v$  に応じて、各スピーカ入力の位相を制御するものとしたが、精度を向上させるために、速度測定部で走行速度  $v$  と共に音速  $V$ （風向きや風速及び気圧等で変化する）を測定し、これら両者の変化に応じて（4）式を満足させるように位相制御を行うようにしてもよい（請求項 7）。

【0024】

【発明の効果】この発明では、車両の前後方向にずらせて複数のスピーカを配設し、各スピーカ入力の位相を、車両前方における音波の時間平均パワーが最大となるように、走行速度に応じて制御するようにしたので、車両前方における音波の指向特性を従来より鋭くすることができる。

【0025】また、警報信号の周波数及びスピーカの間

隔を選定することにより車両後方の平均パワーをほぼ最小にすることができる。この発明は、救急車のように異なる周波数の警報音を切換えて放音する場合にも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】A 及び B はそれぞれ請求項 1 又は 3 の発明の実施例を示すブロック図。

【図 2】請求項 2 の発明の実施例を示すブロック図。

【図 3】請求項 4 の発明の実施例を示すブロック図。

【図 4】図 1 乃至図 3 の速度測定部 7 の一例を示すブロック図。

【図 5】この発明におけるスピーカの配設例を示す原理的な平面図。

【図 6】車両前方及び後方の音波の平均パワーを最大又はほぼ最小となるように、2 個のスピーカの各入力相互の位相差を制御すると共に警報信号の周波数及びスピーカ間隔を選定した場合の音波の指向特性の一例を示す図。

【図 7】A は従来の警報音発生装置のスピーカ配置を示す原理的な平面図、B 及び C は従来の音波の指向特性を構成する 2 つの要素を示す図。

【図 1】

【図 2】

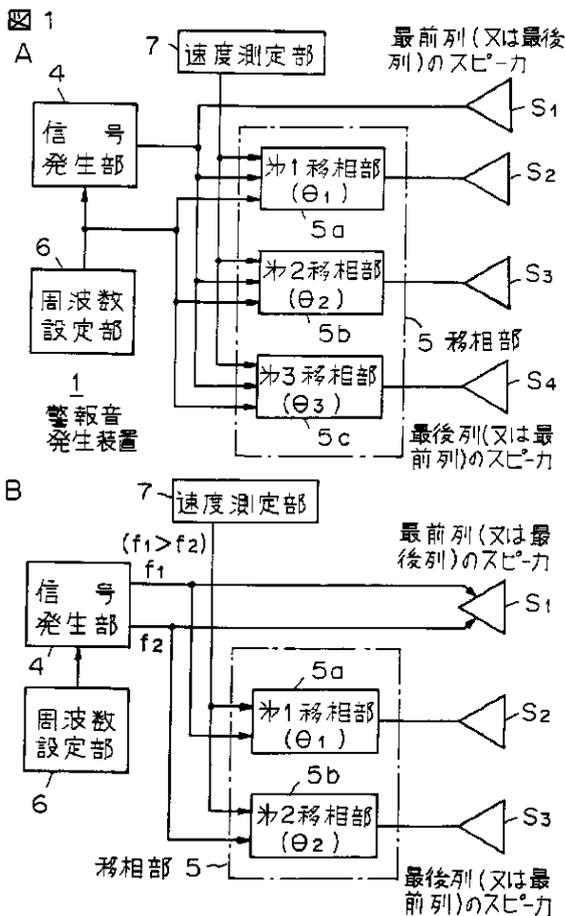
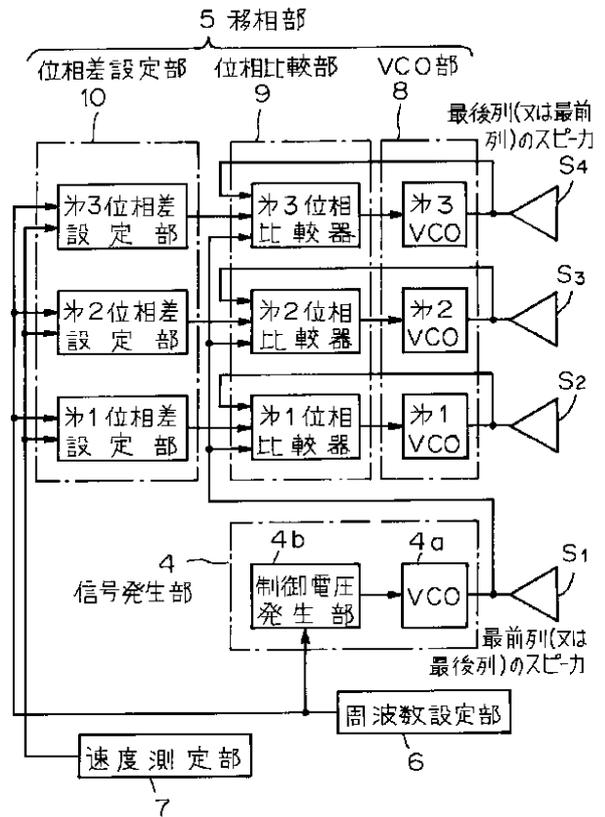
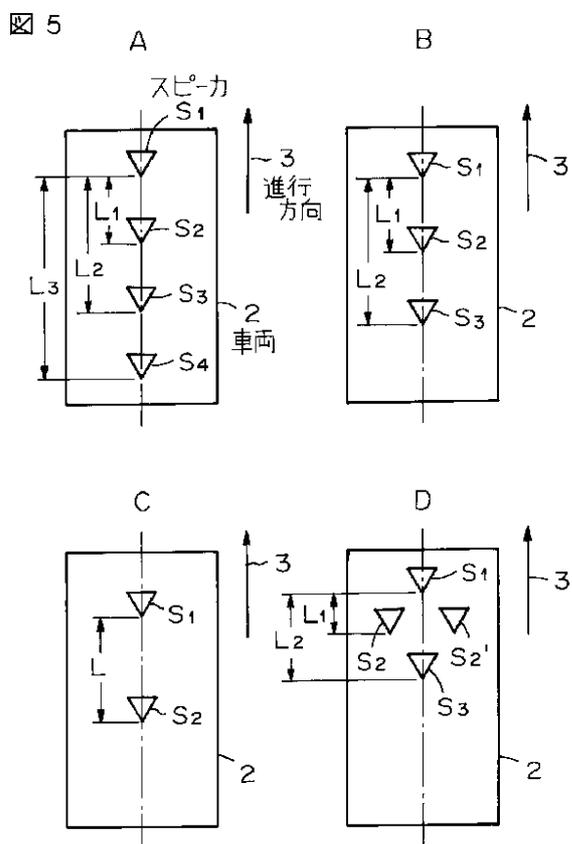


図 2

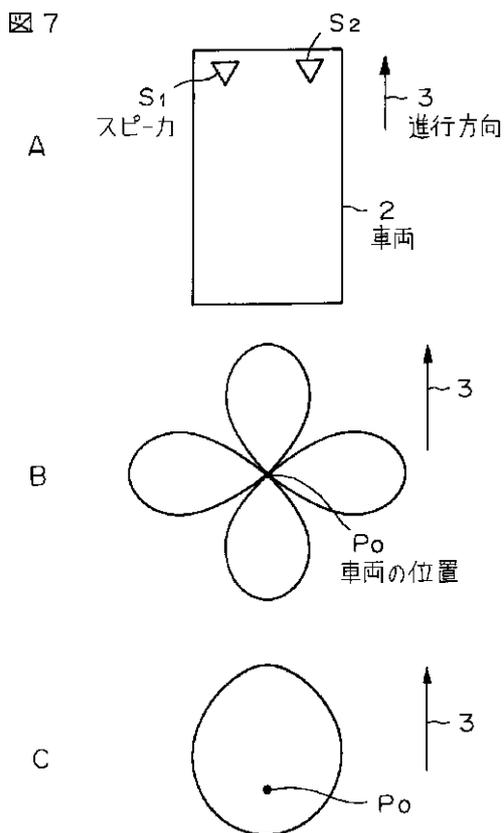




【図 5】



【図 7】



【図 6】

