



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410050143. X

[43] 公开日 2005 年 2 月 9 日

[11] 公开号 CN 1575772A

[22] 申请日 2004.6.23

[21] 申请号 200410050143. X

[30] 优先权

[32] 2003. 6. 25 [33] JP [31] 2003 - 181070

[32] 2003. 6. 25 [33] JP [31] 2003 - 181104

[71] 申请人 阿洛卡株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 竹内秀树

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

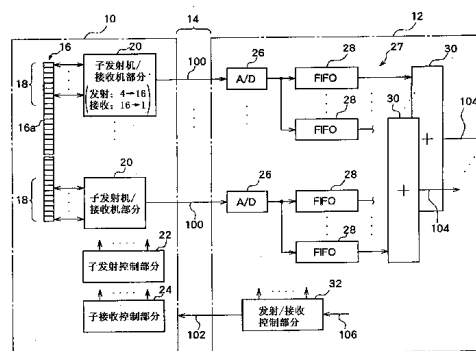
代理人 程 伟 王 初

权利要求书 7 页 说明书 23 页 附图 17 页

[54] 发明名称 超声波诊断装置

[57] 摘要

本发明是一种超声波诊断装置。在 2D 阵列传感器上定义多个 2D 子阵列用于进行超声波的发射与接收。为每个子阵列设置多个组。更具体地，形成子阵列的多个（例如，16 个）传感器元件被分组或分成多个（例如，4 个）组。多路复用器对每个组的多个传感器元件输出的多个接收信号进行求和，产生一个组接收信号。然后使由此产生的多个组接收信号经过子相位调整及求和过程，以产生子相位调整及求和信号。然后使对应多个子阵列的多个子相位调整及求和信号经过主相位调整及求和过程。在探头、电缆连接器或设备被本体内设置子相位调整及求和处理部分。在发射期间，多路复用器将发射信号并行地送至形成一个组的多个传感器元件。



1. 一种超声波诊断装置，包括：
 - a) 阵列传感器，由被分成多个子阵列的多个传感器元件构成；
 - 5 b) 组设置部分，用于按照射束形成条件对每个子阵列内的多个传感器元件设置多个组，该组设置部分能够改变形成每个组的传感器元件的数量；
 - c) 发射机部分，用于将多个发射信号送至对每个子阵列设置的多个组；以及
 - 10 d) 接收机部分，用于处理对应于对每个子阵列设置的多个组的多个组接收信号。
2. 如权利要求 1 所述的超声波诊断装置，其中
该阵列传感器是 2D 阵列传感器，以及
15 每个子阵列是 2D 子阵列。
3. 如权利要求 1 所述的超声波诊断装置，其中
通过相加多个接收信号产生该组接收信号，该多个接收信号由形成多个组的每个组的多个传感器元件输出。
20
4. 如权利要求 1 所述的超声波诊断装置，其中
每个发射信号被并行地送至与该发射信号对应的形成一个组的多个传感器元件。
- 25 5. 如权利要求 1 所述的超声波诊断装置，其中
该组设置部分包括一个开关电路，该开关电路在接收时对每组的多个接收信号进行求和以执行接收信道减少，并在发射时并行地输出相同的发射信号至每组的多个传感器元件以执行发射信道减少。
- 30 6. 如权利要求 5 所述的超声波诊断装置，其中
该开关电路是开关矩阵电路，其使用多个组信号线选择地连接每

个子阵列内的多个传感器元件，该开关矩阵电路将每个子阵列内的每个传感器元件连接至从多个组信号线中选择的组信号线上，并且该开关矩阵电路能够将所需数量的传感器元件连接至每个组信号线。

5 7. 如权利要求 6 所述的超声波诊断装置，其中
该开关矩阵电路按照射束形成条件改变连接到每个组信号线的传感器元件的数量。

8. 如权利要求 6 所述的超声波诊断装置，其中
10 按照射束形成条件将形成每个子阵列的多个传感器元件分成多个有效的传感器元件和一个或多个无效的传感器元件，以及多个有效的传感器元件与多个组信号线连接。

9. 如权利要求 1 所述的超声波诊断装置，还包括：
15 用于按照形成每个组的传感器元件的数量对每个组接收信号执行加权的装置。

10. 如权利要求 1 所述的超声波诊断装置，其中
每个子阵列的组设置模式能够被动态地改变。

20 11. 如权利要求 1 所述的超声波诊断装置，其中
该阵列传感器和该组设置部分设置在探头内。

12. 如权利要求 7 所述的超声波诊断装置，其中
25 在探头内还设有发射机部分。

13. 如权利要求 1 所述的超声波诊断装置，其中该接收机部分包括：

对应多个子阵列提供的多个子相位调整及求和电路，每个子相位
30 调整及求和电路对于多个组接收信号执行子相位调整及求和过程，输出子相位调整及求和信号；以及

至少一个主相位调整及求和电路，对于从多个子相位调整及求和

电路输出的多个子相位调整及求和信号执行主相位调整及求和过程。

14. 如权利要求 13 所述的超声波诊断装置，其中
阵列传感器、组设置部分和多个子相位调整及求和电路设置在探
5 头内。

15. 如权利要求 13 所述的超声波诊断装置，其中
该接收机部分还包括多个主相位调整及求和电路，以及
一个接收过程同时形成多个接收射束。

10

16. 如权利要求 1 所述的超声波诊断装置，其中
该组设置部分包括：
对应多个子阵列提供的多个开关电路，每个开关电路将每个子阵
列中的 m 个传感器元件分成 n ($1 < n < m$) 组。

15

17. 如权利要求 1 所述的超声波诊断装置，其中
该组设置部分按照作为射束形成条件给出的射束扫描条件动态地
改变每个子阵列的组设置模式。

20

18. 如权利要求 17 所述的超声波诊断装置，其中
该组设置模式的改变包括形成每一组的传感器元件的数量的改变
以及每一组的形状的改变。

25

19. 如权利要求 18 所述的超声波诊断装置，其中
该组设置模式的改变还包括每个阵列中有或没有包括一或多个无
效的传感器元件的改变。

30

20. 一种超声波诊断装置，包括：
a) 探头；
b) 阵列传感器，其设置在该探头内，由被分成 k ($1 < k$) 个子阵
列的多个传感器元件构成；
c) 组设置部分，其设置在该探头内，用于按照射束形成条件对每

个子阵列内的 m 个传感器元件设置 n 个组，其中 $1 < n < m$ ，该组设置部分能够改变形成每组的传感器元件的数量；

5 d) 发射机电路，该发射机电路的数量是 k ，是对应探头内 k 个子阵列提供的，每个发射机电路将 n 个发射信号送至为对应的子阵列设置的 n 个组；以及

e) 子相位调整及求和电路，该子相位调整及求和电路的数量是 k ，是对应探头内 k 个子阵列提供的，每个子相位调整及求和电路对 n 组接收信号执行子相位调整及求和过程，并输出子相位调整及求和信号。

10 21. 如权利要求 20 所述的超声波诊断装置，还包括：

一个或多个主相位调整及求和电路，对由 k 个子相位调整及求和电路输出的 k 个子相位调整及求和信号，执行主相位调整及求和过程。

22. 如权利要求 20 所述的超声波诊断装置，其中

15 该组设置部分在接收时对形成一个组的多个传感器元件输出的多个接收信号求和以产生组接收信号，并在发射时并行地输出相同的发射信号至形成该组的多个传感器元件。

23. 如权利要求 20 所述的超声波诊断装置，其中

20 该组设置部分包括开关矩阵电路，该开关矩阵电路能够使用组信号线连接所需数量的传感器元件。

24. 一种超声波诊断装置，包括：

25 A) 用作探头的第一单元；以及
B) 经过探测器电缆连接到该第一单元的第二单元，
该第一单元包括：

a) 阵列传感器，由被分成多个子阵列的多个传感器元件构成；以及

30 b) 组设置部分，用于按照射束形成条件对每个子阵列内的多个传感器元件设置多个组，该组设置部分能够改变形成每组的传感器元件的数量，以及

该第二单元包括：

c) 发射机部分，用于经过探测器电缆将多组的发射信号送至该组设置部分；以及

5 d) 接收机部分，用于处理经过探测器电缆来自组设置部分的多组的组接收信号。

25. 如权利要求 24 所述的超声波诊断装置，其中该接收机部分包括：

10 对应多个子阵列提供的多个子相位调整及求和电路，每个子相位调整及求和电路对一组输入其中的组接收信号执行子相位调整及求和过程，并输出子相位调整及求和信号；以及

一个主相位调整及求和电路，对于从多个子相位调整及求和电路输出的多个子相位调整及求和信号，执行主相位调整及求和过程。

15 26. 如权利要求 24 所述的超声波诊断装置，其中该第二单元包括电缆连接器和设备本体，以及至少多个子相位调整及求和电路被包括在电缆连接器中。

20 27. 如权利要求 26 所述的超声波诊断装置，其中在电缆连接器内设置发射机部分。

28. 如权利要求 24 所述的超声波诊断装置，其中该第二单元包括设备本体，以及在该设备本体内设置发射机部分和接收机部分。

25 29. 如权利要求 24 所述的超声波诊断装置，其中该组设置部分包括多个开关电路，用于将每个子阵列中的 m 个传感器元件分成 n 组，其中 $1 < n < m$ 。

30 30. 如权利要求 29 所述的超声波诊断装置，其中 m 个传感器元件的每一个都是有效的传感器元件，以及按照射束形成条件，除了 m 个有效的传感器元件之外，每个子阵

列还包括一或多个无效的传感器元件。

31. 如权利要求 24 所述的超声波诊断装置，其中
该组设置部分按照作为射束形成条件给出的射束扫描方向，改变
5 每个子阵列的组设置模式。

32. 如权利要求 31 所述的超声波诊断装置，其中
该组设置模式的改变包括形成每一组的传感器元件的数量的改
变，以及每组的形状的改变。

10

33. 如权利要求 32 所述的超声波诊断装置，其中
该组设置模式的改变还包括每个阵列中有或没有包括一或多个无
效的传感器元件的改变。

15 34. 如权利要求 24 所述的超声波诊断装置，其中
在第一单元与第二单元之间，发射信号作为电压信号被发射，接
收信号作为电流信号被发射。

35. 如权利要求 25 所述的超声波诊断装置，其中
20 每个子相位调整及求和电路都是含有延迟线的模拟相位调整及求
和电路。

36. 如权利要求 25 所述的超声波诊断装置，其中
每个子相位调整及求和电路都是数字相位调整及求和电路。

25

37. 如权利要求 25 所述的超声波诊断装置，其中
每个子相位调整及求和电路都是含有 CCD 的相位调整及求和电
路。

30 38. 一种超声波诊断装置，包括：
A) 用作探头的第一单元；以及
B) 经过一组信号线连接到第一单元的第二单元，

该第一单元包括：

a) 阵列传感器，由被分成 k ($1 < k$) 个子阵列的多个传感器元件构成；以及

5 b) 组设置部分，用于按照射束形成条件对每个子阵列内的 m 个传感器元件设置 n 个组，此处 $1 < n < m$ ，该组设置部分能够改变形成每组的传感器元件的数量，以及

该第二单元包括：

c) 发射机部分，用于经过该组信号线将 k 组的发射信号送至该组设置部分；以及

10 d) 接收机部分，用于处理经过该组信号线来自组设置部分的 k 组的组接收信号，

其中

e) 每组发射信号由 n 个发射信号组成，以及

f) 每组的组接收信号由 n 个组接收信号组成。

15

39. 如权利要求 38 所述的超声波诊断装置，其中该接收机部分包括：

20 对应 k 个子阵列提供的子相位调整及求和电路，子相位调整及求和电路的数量为 k ，每个子相位调整及求和电路对一组输入其中的组接收信号执行子相位调整及求和过程，并输出子相位调整及求和信号；以及

一个或多个主相位调整及求和电路，对于从 k 个子相位调整及求和电路输出的 k 个子相位调整及求和信号，执行主相位调整及求和过程。

超声波诊断装置

技术领域

- 5 本发明涉及一种用于医疗领域的超声波诊断装置，具体地涉及一种信道减少技术。

背景技术

出于诊断活体（病人）的疾病的目的是在医疗领域内使用超声波诊断装置。更具体地，超声波诊断装置向活体发送超声波脉冲，并从那里接收反射波，基于由接收的反射波获得的接收信号形成超声波图像。典型的超声波诊断装置包括设备本体（主单元）和连接到设备本体的探测器（探测单元）。探测器通常包括探头、电缆和连接器。

15 探头内的阵列传感器（传感器阵列）由多个传感器元件构成。近来的趋势是由多个元件形成阵列传感器。使超声波的二维扫描形成三维空间的多种 2D 阵列传感器被投入实际的应用。其中有的 2D 阵列传感器包括几千个传感器元件。

当单独地为形成阵列传感器的每个传感器元件提供信号线时，大量的信号线必须连接到作为整体的阵列传感器。在这样的结构中，从探头延伸的探测器电缆（包裹多根信号线的电缆）的直径变得非常大，在探测器电缆末端的连接器的端子（针）的数量也被增加。此外，由于必须为每个传感器元件提供发射机和接收机，所以发射机部分和接收机部分将增大电路的规模。因此，随着含有多个传感器元件的阵列传感器的发展，一直存在着减小探测器电缆的直径和信道的数量（发射机和接收机的数量）的需求。

日本专利公开申请案 No.2001-104303 中公开了一种结构，其中多个传感器元件固定地连接到一个单个共同的信号线上（见该申请的图 2 和 4）。日本专利公开申请案 No.2001-276064 中公开了一种结构，其中在各级中提供两个相位调整及求和电路（或射束形成电路）。日本专利公开的申请案 No. Hei 9-322896 的图 6 中公开了将 2D 阵列传感

器固定地设置成多个组，该多个组连接多个第一射束形成器，并在多个第一射束形成器的随后一级提供多个第二射束形成器。然而，这些文件都没有说明将 2D 阵列传感器上的每个子阵列动态地设置成多个组，或者使用这些组的每组来执行信道减少。美国专利 No.5832923 公开了
5 在 2D 阵列传感器上定义多个 2D 子阵列，并且在每个子阵列上定义多个组。然而，在此专利中，在多个组中形成每组的传感器元件的数量是相同的。因此，此文件没有说明按照射束方向改变形成每组的传感器元件的数量的特征。

10 发明内容

本发明有利地提供一种超声波诊断装置，其应用了新的且较好的关于信道减少的方法。

本发明也有利地提供一种使用细的探测器电缆的超声波诊断装置。

15 本发明也能有利地减少降低超声波图像质量的旁瓣。

(1) 按照本发明一个方面的一种超声波诊断装置包括：(a) 阵列传感器，由被分成多个子阵列的多个传感器元件构成，(b) 组设置部分，用于按照射束形成条件对每个子阵列内的多个传感器元件设置多个组，该组设置部分能够改变形成每组的传感器元件的数量，(c) 一个
20 发射机部分，用于将多个发射信号送至对每个子阵列设置的多个组，以及 (d) 接收机部分，用于处理对应于对每个子阵列设置的多个组的多个组接收信号。

使用上述的结构，对阵列传感器定义多个子阵列，并对每个子阵列定义多个组。当多个传感器元件形成某一组时，这些传感器元件应
25 用一个共同的发射信号。此外，当多个传感器元件形成一组时，多个传感器元件输出的多个接收信号被组合，由此形成一个组接收信号。因此，能够减少发射机部分（发射装置）产生的发射信号的数量和接收机部分（接收装置）将要处理的接收信号的数量。换言之，能够简单地实现信道减少。

30 阵列传感器上的子阵列的图形可被固定地限定或是动态可变的。每一组由多个传感器元件正常地形成。然而，在多个组中可存在由单

个传感器元件构成的一组。最好是按照射束形成条件（例如，射束扫描方向和必需的射束剖面图）自适应地改变多个组的形式（分组模式）。在此情况下，最好是自适应地设置形成一组的传感器元件的数量。较佳地，阵列传感器是 2D 阵列传感器，且每个子阵列是 2D 子阵列。接收机部分可由子部分和主部分构成。类似地，发射机部分可由子部分和主部分构成。每个子阵列内所有的传感器元件都可用作有效的传感器元件（即，实现超声波的发射和接收的传感器元件），或者可为全部或部分的子阵列定义一个或多个无效的传感器元件（即，不能实现超声波的发射和接收的传感器元件）。

10 较佳地，组设置部分包括一个开关电路，该开关电路在接收时对每组的多个接收信号进行求和以执行接收信道减少，并在发射时并行地输出相同的发射信号至每组的多个传感器元件以执行发射信道减少。

较佳地，该开关电路是开关矩阵电路，其使用多个组信号线选择地连接每个子阵列内的多个传感器元件。该开关矩阵电路将每个子阵列内的每个传感器元件连接至从多个组信号线中选择的组信号线上，并且该开关矩阵电路能够将所需数量的传感器元件连接至每个组信号线。使用此结构，多个组信号线大体由数量与每个子阵列上设置的组

15 的数量相同的信号线形成。较佳地，开关矩阵电路具有大量的开关，

20 其分别位于多个组信号线与多个传感器元件延伸的多个信号线之间的交叉点处。使用这些开关的开/关操作能够执行分组。

较佳地，开关矩阵电路按照射束形成条件改变连接到每个组信号线的传感器元件的数量。较佳地，按照射束形成条件将形成每个子阵列的多个传感器元件分成多个有效的传感器元件和一个或多个无效的传感器元件，并且多个有效的传感器元件与多个组信号线连接。较佳地，还设有按照形成每组的传感器元件的数量对每个组接收信号执行加权的装置。

25

较佳地，阵列传感器和组设置部分设置在探头中。较佳地，在探头内还设有发射机部分。使用此结构，能够减少形成探测器电缆的多个信号线的数量。

30

较佳地，接收机部分包括对应多个子阵列提供的多个子相位调整

及求和电路，每个子相位调整及求和电路对于多个组接收信号执行子相位调整及求和过程，并输出子相位调整及求和信号，还包括至少一个主相位调整及求和电路，对于从多个子相位调整及求和电路输出的多个子相位调整及求和信号执行主相位调整及求和过程。

- 5 使用上述的结构，在对每个子阵列执行子相位调整及求和过程之后，对于多个子相位调整及求和信号执行主相位调整及求和过程。如上所述，通过包括分组、子相位调整及求和及主相位调整及求和的多级逐步地减少信号的数量，最终，对于一个接收射束获得一个信号（主相位调整及求和信号）。此处，相位调整及求和过程（或射束形成过程）
10 是指多个信号的每一个信号首先被相位调整（延迟）然后总信号被加在一起的过程。

较佳地，阵列传感器、组设置部分和多个子相位调整及求和电路设置在探头内。使用此结构，能够进一步减少形成探测器电缆的信号线的数量。

- 15 较佳地，接收机部分还包括多个主相位调整及求和电路，所以一个接收过程能够同时形成多个接收射束。多个接收射束的同时形成能增加帧频和容积率。即使当形成多个接收射束时，在多个接收射束中能够共享各个子相位调整及求和电路或类似电路。

- 较佳地，组设置部分包括对应多个子阵列提供的多个开关电路，
20 每个开关电路将每个子阵列中的 m 个传感器元件分成 n ($1 < n < m$) 组。此处，子阵列内传感器元件的数量 m （或子阵列内有效传感器元件的数量 m ）、每个子阵列的组的数量 n 和下面将说明的子阵列的数量 k 是具有 $1 < n < m$ 关系的整数，且 k 是 2 或更大。

- 较佳地，组设置部分按照作为射束形成条件给出的射束扫描条件
25 动态地改变每个子阵列的组设置模式。较佳地，组设置模式的改变包括形成每一组的传感器元件的数量的改变和每组的形状的改变。较佳地，组设置模式的改变还包括改变每个阵列中是否包括一个或多个无效的传感器元件。

- 组设置部分（或组设置装置）较佳地由诸如多路复用器和开关矩
30 阵的开关电路形成。依靠多个信号线的电连接，在组设置部分的组单元上，来自多个传感器元件的多个接收信号被简单地相加（有线的相

加)。然而, 如果需要, 可以执行加权相加或类似加法。

(2) 按照本发明另一方面的一种超声波诊断装置包括: (a) 探头, (b) 阵列传感器, 其在探头内由被分成 k ($1 < k$) 个子阵列的多个传感器元件构成, (c) 组设置部分, 其设置在探头内, 用于按照射束形成条件对于每个子阵列内的 m 个传感器元件设置 n 个组, 其中 $1 < n < m$, 该组设置部分能够改变形成每组的传感器元件的数量, (d) 发射机电路, 该发射机电路的数量是 k , 是对应探头内 k 个子阵列提供的, 每个发射机电路将 n 个发射信号送至为对应的子阵列设置的 n 个组, 以及 (e) 子相位调整及求和电路, 该子相位调整及求和电路的数量是 k , 是对应探头内 k 个子阵列提供的, 每个子相位调整及求和电路对于 n 组接收信号执行子相位调整及求和过程, 并输出子相位调整及求和信号。

较佳地, 还提供一个或多个主相位调整及求和电路, 对于 k 个子相位调整及求和电路输出的 k 个子相位调整及求和信号执行主相位调整及求和过程。较佳地, 组设置部分在接收时对形成一个组的多个传感器元件输出的多个接收信号求和以产生组接收信号, 并在发射时并行地输出相同的发射信号至形成该组的多个传感器元件。较佳地, 组设置部分包括开关矩阵电路, 该开关矩阵电路能够使用一个组信号线连接所需数量的传感器元件。

(3) 按照本发明另一方面的一种超声波诊断装置包括: (A) 用作探头的第一单元, 以及 (B) 经过探测器电缆连接到第一单元的第二单元, 该第一单元包括: (a) 阵列传感器, 由被分成多个子阵列的多个传感器元件构成, (b) 组设置部分, 用于按照射束形成条件对于每个子阵列内的多个传感器元件设置多个组, 该组设置部分能够改变形成每组的传感器元件的数量, 该第二单元包括: (c) 发射机部分, 用于经过探测器电缆将多组的发射信号送至组设置部分, 以及 (d) 接收机部分, 用于处理经过探测器电缆来自组设置部分的多组的组接收信号。

使用上述结构, 对阵列传感器定义多个子阵列, 并对每个子阵列定义多个组。当多个传感器元件形成某一组时, 这些传感器元件应用一个共同的发射信号。此外, 当多个传感器元件形成一组时, 多个传感器元件输出的多个接收信号被组合, 由此形成一个组接收信号。因

此，能够减少发射机部分产生的发射信号的数量和接收机部分将要处理的接收信号的数量。换言之，能够简单地实现信道减少。通过按照射束形成条件改变形成每一组的传感器元件的数量，能够形成较佳的超声波射束。按照射束形成条件在每个子阵列中能够定义一个或多个无效的传感器元件。

第二单元相当于探测器电缆的连接器和设备本体，或相当于设备本体。在前述情况，可在连接器中设置发射机部分的一部分或整体、或接收机部分的一部分或整体。

较佳地，接收机部分包括对应多个子阵列提供的多个子相位调整及求和电路，每个子相位调整及求和电路对于一组输入其中的组接收信号执行子相位调整及求和过程，并输出子相位调整及求和信号，还包括一个主相位调整及求和电路，对于从多个子相位调整及求和电路输出的多个子相位调整及求和信号执行主相位调整及求和过程。

使用上述的结构，在对每个子阵列执行子相位调整及求和过程之后，对多个子相位调整及求和信号执行主相位调整及求和过程。如上所述，通过包括分组、子相位调整及求和及主相位调整及求和的多级逐步地减少信号的数量，最终，对于一个接收射束获得一个信号（主相位调整及求和信号）。

较佳地，第二单元包括电缆连接器和设备本体，在电缆连接器中至少含有多个子相位调整及求和电路。较佳地，在电缆连接器内还提供发射机部分。当在电缆连接器内执行子相位调整及求和并产生发射信号时，通过把该电缆连接器连接至设备本体中的探测器连接部分，在传统的超声波诊断装置中执行三维超声波诊断也是可行的。

较佳地，第二单元包括设备本体，在该设备本体内设置发射机部分和接收机部分。

较佳地，组设置部分包括多个开关电路，用于将每个子阵列中的 m 个传感器元件分成 n 组，其中 $1 < n < m$ 。此处，形成子阵列的传感器元件的数量 m 、每个子阵列的组的数量 n 和下面将说明的子阵列的数量 k 是具有 $1 < n < m$ 关系的整数，且 k 是 2 或更大。

较佳地， m 个传感器元件的每一个都是有效的传感器元件，按照射束形成条件，除了 m 个有效的传感器元件之外，每个子阵列还包括

一或多个无效的传感器元件。

较佳地，在第一单元与第二单元之间，发射信号作为电压信号被发射，且接收信号作为电流信号被发射。发射信号可以是大约 100 伏的信号或者是大约几伏至几十伏的低压型信号。在后面的情况，由于每个传感器元件最好是低阻抗类型，所以在阵列传感器的制造中使用了，例如，分层法。当接收信号是电流信号时，能够消除或减小由信号线的电容导致的信号衰减和频率特性下降的问题。可以在信号线的两端提供双向的传输电路（输入—输出电路），或者在信号线位于设备本体的一端提供。

较佳地，每个子相位调整及求和电路都是含有延迟线的模拟相位调整及求和电路。较佳地，每个子相位调整及求和电路都是数字相位调整及求和电路。较佳地，每个子相位调整及求和电路都是含有 CCD 的相位调整及求和电路。

（4）按照本发明另一方面的一种超声波诊断装置包括：（A）用作探头的的第一单元，以及（B）经过一组信号线连接到第一单元的第二单元，该第一单元包括：（a）阵列传感器，由被分成 k ($1 < k$) 个子阵列的多个传感器元件构成，（b）组设置部分，用于按照射束形成条件对于每个子阵列内的 m 个传感器元件设置 n 个组，此处 $1 < n < m$ ，该组设置部分能够改变形成每组的传感器元件的数量，以及第二单元包括（c）发射机部分，用于经过该组信号线将 k 组的发射信号送至该组设置部分，以及（d）接收机部分，用于处理经过该组信号线来自组设置部分的 k 组的组接收信号，其中（e）每组发射信号由 n 个发射信号组成，（f）每组的组接收信号由 n 个组接收信号组成。

附图说明

下面基于附图进一步详细地说明本发明的优选实施例，图中：

图 1 为本发明的超声波诊断装置的第一实施方案的方框图；

图 2 为图 1 的子发射机/接收机部分的示例结构的电路图；

图 3 示出了阵列传感器与子阵列之间的相互关系；

图 4 示出了关于子阵列的分组模式的第一示例；

图 5 示出了关于子阵列的分组模式的第二示例；

图 6 示出了关于子阵列的分组模式的第三示例；

图 7 的图示用于说明主延迟（主延迟量）与子延迟（子延迟量）之间的相互关系；

图 8 示出了对于一个发射束同时形成 16 个接收射束的状态；

5 图 9 示出了发射束地址与每个子阵列确定的操作条件之间的相互关系；

图 10 示出了发射束地址与每个接收射束的一组主延迟量之间的相互关系；

图 11 示出了本发明的超声波诊断装置的第二实施方案的方框图；

10 图 12 示出了本发明的超声波诊断装置的第三实施方案的方框图；

图 13 示出了信道减少单元和发射/接收模块的第一示例结构；

图 14 示出了信道减少单元和发射/接收模块的第二示例结构；

图 15 示出了信道减少单元和发射/接收模块的第三示例结构；

图 16 示出了信道减少单元和发射/接收模块的第四示例结构；

15 图 17 示出了信道减少单元和发射/接收模块的第五示例结构；以及

图 18 示出了本发明的超声波诊断装置的整体结构的方框图。

图 19 示出了关于子阵列的分组模式的另一个示例；以及

图 20 示出了关于子阵列的分组模式的又一个示例。

20 具体实施方式

以下参照附图说明本发明的优选实施方案。图 1 至 10 和图 18 至 20 示出了第一实施方案，图 11 至 17 示出了第二和第三实施方案。为了理解第二和第三实施方案也将参照图 3 至 10 以及图 19 和 20。换言之，每个实施方案中使用相同的信道减少方法。

25 首先参照图 18 说明按照本发明第一实施方案的超声波诊断装置的基本结构。该超声波诊断装置由探测器（探测单元）240 和设备本体 242 构成。探测器 240 包括探头 244、探测器电缆 246 和电缆连接器（未示出）。设备本体 242 包括发射/接收控制部分 248、接收机部分 250、信号处理模块 252、图像形成部分 254 和显示器 256。探头 244 发射和
30 接收超声波。然后通过接收机部分 250 和信号处理模块 252 将由超声波的发射和接收获得接收信号输入图像形成部分 254。图像形成部分

254 基于接收到的信号形成超声波图像。超声波图像被显示在显示器
256 的屏幕上。二维断层分析图像、二维血流图像和三维图像都属于已
知的超声波图像。在本实施方案中，在活体内的三维空间获得的容积
数据经过容积重现处理形成三维图像。许多形成三维图像的其它方法
5 也是公知的。

图 1 是第一实施方案中原理部分的结构方框图。如上面参照图
18 所说明的，超声波诊断装置由探测器单元和设备本体 12 构成。探测
器单元包括探头 10、探测器电缆 14 以及未示出的电缆连接器。电缆连
接器可拆卸地连接到设备本体 12，其带有用作探测器连接器的连接器。

10 例如，探头 10 用于与活体的表面接触，并在这样的接触状态下发
送超声波脉冲和接收其反射波。探头 10 包括由多个传感器元件 16a 二
维排列构成的 2D（二维）阵列传感器 16。2D 阵列传感器 16 产生以二
维方式电子扫描的超声波射束。在此情况下的电子扫描方法包括电子
扇区扫描、电子线性扫描等等。使用超声波射束的二维电子扫描，可
15 形成三维空间（三维的回波数据获得的空间）。在本实施方案中，2D
阵列传感器 16 由大约四千个传感器元件 16a 构成。

对 2D 阵列传感器 16 定义多个 2D 子阵列（将参照图 3 进一步说
明）。定义这些子阵列 18 以使它们在 2D 阵列传感器 16 上彼此靠近地
连接。在本实施方案中，多个子阵列具有矩形形状。虽然每个子阵列
20 的位置和形状被固定地确定，但是它们也可自适应地改变。

探头 10 含有多个子发射机/接收机（收发机）部分 20。在本实施
方案中，子阵列 18 和子发射机/接收机部分 20 一对一的彼此对应。例
如，在本实施方案中，提供 128 个子阵列并相应地提供 128 个子发射
机/接收机部分 20。如将要参照图 2 或类似的图进一步说明的那样，本
25 实施方案的每个子发射机/接收机部分 20 具有组设置功能、子相位调整
及求和功能、和发射信号产生功能。使用组设置功能，形成子阵列 18 的
多个传感器元件（例如，16 个传感器元件）16a 被分组或分成多个组
（例如，4 组）。每组包括多个传感器元件（或单个传感器元件作为例
外）。在本发明实施方案中，按照射束形成条件（特别地，射束扫描方
30 向、射束偏转（转向）方向或射束形状），可变化地设置形成每组的传
感器元件的数量。换言之，尽管多个子阵列的设置模式是固定的，但

每个子阵列中多个组的设置模式是可变的。通过按照射束形成条件改变形成每组的传感器元件的数量，能够减少旁瓣或者能够获得较好的射束剖面图。

使用上述的分组，在发射时，用在组单元上的单个发射信号可被用于与该发射信号对应的形成具体的一组的一个或多个传感器元件。通常，一组包括两个或多个传感器元件，从而单个发射信号并行地施5 加到该两个或多个传感器元件。另一方面，在接收时，每个组可获得单个组接收信号。由于一组通常包括两个或多个传感器元件，所以通过把两个或多个传感器元件输出的两个或多个接收信号相加可获得从多路复用器输出的一个组接收信号，将参照图 2 在下面详细说明。在10 本实施方案中，通过多路复用器中多个信号线的连接能对每组获得的多个接收信号执行加法（求和）。更具体地，由于从多个传感器元件延伸的多个信号线的互连使多个接收信号被加到一起，由此获得单个组接收信号。当然，在此情况下执行多个接收信号的加权加法或类似15 加法也是可能的。按照射束形成条件，可在子阵列中提供一个或多个传感器元件作为无效的传感器元件（即，没有连到组信号线的传感器元件）。在此情况下，子阵列内多个有效的传感器元件（连接到组信号线的传感器元件）被用于形成多个组。

从上述的说明中可以理解，使用每个子发射机/接收机部分 20 的分组20 组功能，每个子阵列能够实现信道减少。例如，作为将 16 个传感器元件分成 4 组的结果，能够实现 1/4 的信道减少率。此外，每个子发射机/接收机部分 20 还具有如上所述的子相位调整及求和功能，使用此功能可实现信道减少。更具体地，例如，探头 10 内每个子阵列 18 获得的4 个组接收信号经过相位调整及求和处理，由此每个子阵列 18 获得单个子相位调整及求和信号。换言之，当注意到接收信号的过程时，尽管25 每个子阵列最初获得 16 个传感器元件产生的 16 个接收信号，但每个子发射机/接收机部分 20 仅输出单个接收信号（子相位调整及求和信号）。这使得探头 10 中的接收过程产生 1/16 的信道减少率。如下所述，每个子发射机/接收机部分 20 包括与形成子阵列的组的数量相同的发射机（例如，4 个发射机）。因此，在发射时，例如，4 个发射信号驱动30 16 个传感器元件。具体地，一组产生一个单个发射信号，因此 4 组

（即，形成子阵列的 16 个传感器元件）应用 4 个发射信号。在此可获得 1/4 的信道减少率。

探头 10 具有子发射控制部分 22，用于控制多个子发射机/接收机部分 20 中的发射操作。此外，探头 10 还具有子接收控制部分 24，用于控制多个子发射机/接收机部分 20 中的接收操作。将在下面进一步说明这些控制部分。探测器电缆 14 包括探头 10 与设备本体 12 之间的多个信号线 100 和一个或多个控制线 102。每个信号线 100 都连接到一个特定的子发射机/接收机部分 20。

现在将说明设备本体 12 的结构。下面将要说明的作为模拟信号输出的多个（例如，128）子相位调整及求和信号，被分别输入到多个（例如，128）A/D 转换器 26，在这里每个输入信号都被转换成数字信号。各个 A/D 转换器 26 的输出信号被并行地保存在多个彼此并行设置的 FIFO（first-in first-out，先进先出）存储器 28 中。在本实施方案中，为每个子阵列 18 提供 16 个 FIFO 存储器 28，以通过一个接收过程同时形成 16 个接收射束。利用将在下面说明的发射/接收控制部分 32 对每个 FIFO 存储器 28 执行读取控制。发射/接收控制部分 32 通过控制对每个 FIFO 存储器 28 的读取时序来确定延迟量。

如上所述，在本实施方案中，为每个子阵列 18 提供彼此并行设置的 16 个 FIFO 存储器 28。在这些 FIFO 存储器 28 的下一级中彼此并行地设置 16 个加法器 30。每个加法器 30 把对应的 16 个具体的 FIFO 存储器 28 输出的信号相加，并输出已经被相位调整及求和（主相位调整及求和信号）的接收信号 104。换言之，在本实施方案中，在设备本体 12 内提供 16 个主数字射束形成器（主相位调整及求和电路）27。此处，射束形成技术不限于如图 1 所示的数字射束形成，也可采用模拟射束形成。依照本实施方案，在探头 10 内执行子相位调整及求和，在设备本体 12 内执行主相位调整及求和。使用上面在两级中执行的相位调整及求和过程，最终形成一个接收射束。也可以在探测器连接器（未示出）内提供诸如子相位调整及求和电路的电子电路，如下面对第二实施方案（图 11）的说明。此外，也可以在设备本体内提供诸如子相位调整及求和电路的电子电路，如下面对第三实施方案（图 12）的说明。

设备本体 12 内的发射/接收控制部分 32 按照来自主控制部分（未

示出)的控制信号 106 操作以控制图 1 所示的每个元件的操作。更具体地,在设备本体 12 内,发射/接收控制部分 32 对多个 FIFO 存储器 28 执行写入控制和读取控制,由此在接收中获得动态的聚焦。此外,发射/接收控制部分 32 通过控制线 102 将控制信号送至探头 10。按照
5 该控制信号,子发射控制部分 22 和子接收控制部分 24 控制探头 10 内的多个子发射机/接收机部分 20 的操作。如将在下面参照图 2 所述,该控制信号也被用于在由多路复用器执行的分组过程中选择模式。应当注意,图 1 中没有显示从设备本体 12 至探头 10 的电源线和时钟信号。

图 2 部分地示出了在图 1 所示结构中某种子发射机/接收机部分 20
10 的具体结构。图 1 所示的多个子发射机/接收机部分 20 具有相同的结构。如上所述,在本实施方案中,16 个传感器元件 16a 形成一个子阵列 18。对应一个子阵列 18 提供一个多路复用器 38。多路复用器 38 是作为开关装置的开关矩阵,并具有上述的分组功能。多路复用器 38 在排列在阵列传感器 16 旁边的 16 个端子(即,16 个元件信号线)与排列在子
15 发射机/接收机部分 20 旁边的 4 个端子(即,4 个组信号线)之间执行连接过程。如将在下面参照图 4 至图 6 所述,使用多路复用器 38 能够在子阵列 18 上建立各种组设置模式(分组模式)。图 2 中,标记 102C 表示从设备本体至多路复用器 38 的用于选择开关模式的控制信号。或者,可由单个开关矩阵电路形成多个多路复用器。多路复用器 38 还包括
20 分别位于 16 个元件信号线与 4 个组信号线交叉处的多个开关(未示出)。使用这些开关中每个开关的开/关操作,能将一或多个元件信号线连接到每个组信号线。

本实施方案的子发射机/接收机部分 20 包括 4 个用于信号传输的双向传输电路(I/F 电路或输入/输出电路)42,子相位调整及求和电路
25 34 和发射机部分 36。在本实施方案中,每个双向传输电路 42 具有脉冲发生器/前置放大器电路的功能。具体地,每个双向传输电路 42 将来自发射部分 36 的发射信号送至多路复用器 38,另一方面,将多路复用器 38 输出的接收信号输出至子相位调整及求和电路 34。在此情况下,以电流模式在子阵列 18 与 4 个双向传输电路 42 之间传输接收信号是
30 较好的,并且以电压模式在子阵列 18 与 4 个双向传输电路 42 之间传输发射信号是较好的。

发射机部分 36 包括 4 个存储器（此例中是 FIFO 存储器）56 和 4 个 D/A 转换器 48。每个 FIFO 存储器 56 具有波形发生器的功能，子发射控制部分 22 控制 FIFO 存储器 56 的操作（特别是输出时序）。具体地，每个 FIFO 存储器 56 产生发射信号波形作为数字信号。每个 FIFO 存储器 56 输出的为数字信号的发射信号被输入到 D/A 转换器 48，在那里输入数字信号被转换成模拟信号。现在是模拟信号的发射信号经过上述的双向传输电路 42 被传输到多路复用器 38。然后多路复用器 38 确定与发射信号对应的形成具体组的一个或多个传感器元件作为该信号的目的地。以此方式，发射机部分 36 产生的 4 个发射信号被分别用于形成具体子阵列 18 的四个组中对应的一组。

子相位调整及求和电路 34 包括 4 个 A/D 转换器 46、4 个存储器（此例中是 FIFO 存储器）50、一个加法器 52 和一个 D/A 转换器 54。每个 A/D 转换器 46 将模拟信号的输入接收信号（一个组接收信号）转换成数字信号。被转换成数字信号的接收信号临时保存在对应的 FIFO 存储器 50 中，在相位调整的适当时序被读出并被送至加法器 52。加法器 52 对 4 个输入接收信号求和。从而，完成了子相位调整及求和过程。然后在 D/A 转换器 54 中将此加法过程获得的子相位调整及求和信号（数字信号）转换成模拟信号。模拟信号的子相位调整及求和信号此时被输出至信号线 100。

如上所述，在第一级中子相位调整及求和电路 34 执行相位调整及求和操作，即子相位调整即求和操作，因此相当于子数字射束形成器。例如，由子接收控制部分 24 对 4 个接收信号执行读取控制。用于接收控制的控制信号 102B 被输入到子接收控制部分 24，用于发射控制的控制信号 102A 被输入到子发射控制部分 22。

图 2 中所示的发射机部分 36 的结构仅是示例，例如，发射机部分 36 可由模拟电路构成。在任何一种情况下，为每个发射信号设置延迟时间以使在 2D 阵列传感器 16 中使用来自设备本体旁边的触发信号作为基准形成发射束。

例如，通过适当地设置发射信号在 FIFO 存储器 56 中的存储位置的开始端以及发射信号的数据传输时序，可以输出与出发脉冲同步的具有预期延迟量的发射信号。此外，子接收控制部分 24 可作为延迟数

据存储器被形成。

图 3 示出了阵列传感器 16。例如，阵列传感器 16 是在 X 方向上具有 50 个传感器元件以及在 Y 方向上具有 50 个传感器元件的 2D 阵列传感器。如上所述，对阵列传感器定义多个子阵列。更具体地，多个子阵列中的每个都具有矩形（方形），并且在阵列传感器 16 的整个区域，它们被靠近地彼此没有间隙地定义。图 3 示出了这些子阵列 18 中有代表性的一个。如上所述，为每个子阵列设置多个组。按照聚焦和射束转向为每组提供发射延迟量和子接收延迟量。此处，为每个子阵列提供主接收延迟量。换言之，为形成每个子阵列的所有的多个传感器元件提供共同的主接收延迟量。因此，通过把子接收延迟量和主接收延迟量相加获得的全部延迟量被提供给各个传感器元件。

图 4 至图 6 示出了用于子阵列的组设置模式的示例。在本实施方案中，为多个子阵列建立相同的分组模式。然而，在每次发射时也可对所有或部分的子阵列设置不同的分组模式。

在如图 4 所示的例子中，射束扫描方向（射束偏转（转向）方向）与 X 方向一致。沿着 X 方向并排定义四个组 G1 至 G4。G1 至 G4 的每一组由沿着 Y 方向直线排列的 4 个传感器元件构成。在图 5 所示的示例中，射束扫描方向与 Y 方向一致。沿着 Y 方向并排定义四个组 G1 至 G4。G1 至 G4 的每一组由沿着 X 方向直线排列的 4 个传感器元件构成。在图 6 所示的示例中，射束扫描方向设置在与 X 和 Y 方向交叉的对角线方向。在此情况下，尽管设置了 4 个组 G1 至 G4，但每组具有的形式（形状和元件的数量）不同于图 4 和图 5 所示任何形式。具体地，组 G1 由沿着 X 方向排列的 3 个传感器元件构成，组 G2 由以 L 形排列的 4 个传感器元件和位于子阵列 18 的右上角的 1 个传感器元件构成。组 G3 与组 G2 具有相同的形状，但是它们的方向相差 180 度。组 G4 类似于组 G1 由沿着 X 方向排列的 3 个传感器元件构成，然而组 G4 设置在子阵列 18 的右下角而组 G1 设置在子阵列 18 的左上角。依照本实施方案，按照如图 4 至 6 所示的射束扫描方向，能够可变地设置形成每组的传感器元件的数量。

当确定每组的形式时，需要尽可能最大程度地减少旁瓣。通过对每个子阵列设置较多的组，增加了分组模式的自由度，因此能够形成

更好的射束。然而，在此情况下，降低了信道减少的优势。因此最好按照射束剖面图所需的精确度来确定传感器元件的数量和形成一个子阵列的组的数量。

如上所述，依照本实施方案，自由地设置形成每组的传感器元件的数量是可行的。在图 6 所示的示例中，为了按照射束扫描方向获得较好的射束剖面图，G1 和 G4 的每一组都由 3 个传感器元件构成，G2 和 G3 的每一组都由 5 个传感器元件构成。最好按照射束扫描方向在此模式下动态地改变分组模式。将参照图 19 和 20 对其进一步的详细说明。

图 19 示出了分组模式随着射束扫描方向改变而改变的示例。在图 19 所示的示例中，形成子阵列 18 的所有的传感器元件都是有效的传感器元件。图 19 (A) 示出了当射束扫描方向时 0 度时的分组模式（与图 4 中所示模式相同），图 19 (B) 示出了当射束扫描方向时 10 度时的分组模式，图 19 (C) 示出了当射束扫描方向时 20 度时的分组模式，图 19 (D) 示出了当射束扫描方向时 30 度时的分组模式。如图所示，每组的形状和形成每组的传感器元件的数量随着射束扫描方向改变，所以能够形成较好的射束剖面图。

图 20 示出了分组模式随着射束扫描方向改变而改变的另一个示例。在图 20 所示的示例中，形成子阵列 18 的所有传感器元件的一部分是无效的传感器元件 260，其余的传感器元件是有效的传感器元件。图 20 (A) 示出了当射束扫描方向时 10 度时的分组模式，图 20 (B) 示出了当射束扫描方向时 20 度时的分组模式，图 20 (C) 示出了当射束扫描方向时 34 度时的分组模式，图 20 (D) 示出了当射束扫描方向时 45 度时的分组模式。如图所示，每组的形状和形成每组的传感器元件的数量随着射束扫描方向改变，无效传感器元件的数量也改变，所以能够形成较好的射束剖面图。

图 7 概念性地给出子相位调整及求和过程中的子延迟量与主相位调整及求和过程中的主延迟量之间的相互关系。子延迟量是为每组确定的相对的延迟量，主延迟量相当于对作为一个整体的每个子阵列的偏移延迟量。在本实施方案中，每组的接收延迟量可以分成与两级相位调整及求和过程对应的子延迟量和主延迟量。另一方面，每组的发

射延迟量不能够以此方式被分开。

参照图 7，标记 206 表示距离焦点 F 等距离的线，这样的线 206 能够被看作具有作用范围的虚拟的声源。如果传感器元件排列在这条线 206 上，则从传感器元件发射的超声波的相位能够完全地与焦点 F 匹配，传感器元件接收的超声波（反射波）的相位也能够完全地匹配。然而，在实际中，多个传感器元件排列在标记 200 指示的实际的传感器平面上，焦点 F 可能移动。因此使用已知的电子聚焦技术以使每个传感器元件发射的超声波的相位与焦点 F 匹配，也使传感器元件输出的接收信号的相位匹配。在本实施方案中，对每个子阵列中的每组执行关于发射信号和接收信号

的电子延迟过程。

参照图 7，标记 202 和 204 表示与子阵列对应的部分间隙。按照图 7 所示的几何关系，最大的延迟时间被给予部分间隙 202 和 204 的左端部分（左端边上的一组），最小的延迟时间被给予部分间隙 202 和 204 的右端部分（右端边上的一组）。在图 7 所示的例子中，在距离焦点 F 等距离的位置分别绘制线 208 和 210，并分别通过部分间隙 202 和 204 的右端。对于部分间隙 202，线 208 与线 206 之间的距离相当于由 T2 表示的主延迟量。此外，在部分间隙 202 的左端，在实际的传感器元件 200 与线 208 之间显示了子延迟量 T1。换言之，主延迟量在整个部分间隙 202 中共同的，而子延迟量随着部分间隙 202 内的组位置（例如，组中心的位置）而不同。类似地，对于部分间隙 204，主延迟量由 T4 表示，在左端的子延迟量由 T3 表示。尽管在本实施方案中对每个子阵列的每个组单独地确定子延迟时间，但是对于多个子阵列的具有相同元件标记（相同的元件位置或相同的元件地址）的传感器元件也可能设置相同的子延迟时间。使用这样的结构，虽然降低了射束聚焦性质，但是能够简化控制。

图 8 示出了探头 10 与一部分三维的回波数据采集空间之间的相互关系。标记 224 表示发射束。在本实施方案中，对于一个发射束 224 同时形成 16 个接收射束 228。

作为三维回波数据采集空间 220 的底面被示意性地显示的矩阵 222 代表接收射束 228 的地址。在图 8 中，在 X 方向示出了 16 个地址，在 Y 方向示出了 16 个地址，对于接收射束一共有 256 个地址。如标记

226 所示圆圈所概念性地显示,发射束 224 具有覆盖 16 个接收射束 228 的宽射束剖面图。另一方面,每个接收射束 228 都具有尖锐状射束剖面图。

图 9 和 10 示出了发射和接收条件的表格。如图 9 所示,当发射束地址被设置时,为每个子阵列确定分组模式、一组发射延迟量和一组接收子延迟量(见标记 229)。在此例中,该组发射延迟量由给予形成一个子阵列的四个组的四个延迟量构成。在此例中,该组接收子延迟量由给予形成一个子阵列的四个组的四个子延迟量构成。此处,形成该组接收子延迟量的每个子延迟量的值可以按照接收点的深度动态地改变。

图 10 示出了每个接收射束对于发射束地址设置的一组接收主延迟量 230。在本实施方案中,接收主延迟量组 230 由 128 个主延迟量构成,每个主延迟量按照接收点的深度动态地改变,以使在接收中实现动态地聚焦。

此处,如图 2 所示的发射机部分 36 产生用于每组的低压发射信号也是可能的。在此情况下,发射信号的电压大约在几伏至十几伏之间,例如,±4.5 伏和±9 伏。例如,当使用分层型传感器元件作为传感器元件 16a 时,可能将其电子阻抗减小到大约几百欧姆。当使用这样的传感器元件 16a 时,即使使用低压驱动传感器元件 16a 时也可能获得足够的声功率。然而,也可以如在传统的方式中那样使用高压驱动传感器元件。

使用上述的实施方案,由于在探头 10 内执行分组和子相位调整及求和,由此能将 16 个接收信号组合成一个子相位调整及求和信号,能够实现明显减少形成探测器电缆 14 的信号线的数量的效果。此外,由于探头 10 内提供发射部分,所以能够消除对于每个发射信道,即对于每个组应用来自设备本体 12 一侧的发射信号的必要性,设备本体 12 仅需要远程地控制探头 10 内的发射部分。此外,依照本实施方案,由于对于一个发射束同时形成 16 个接收射束,即,由于在一个发射/接收过程中能够获得 16 条接收信息,所以能够实现增加容积率的优点。通过使用由此获得的多个经过主相位调整及求和过程的接收信号,形成了三维的超声波图像或断层分析图像,其与从任意方向观察三维数据

采集空间时的剖面相对应。

尽管在本发明实施方案中以模拟信号的形式在探头 10 与设备本体 12 之间传输子相位调整及求和信号，但当然可能以数字信号的形式传输子相位调整及求和信号。

5 接下来，将参照图 11 至 17 说明第二和第三实施方案。在第二和第三实施方案中，与上述的第一实施方案类似，在探头内使用多路复用器执行分组（信道减少）。然而，在连接器（图 11）或设备本体（图 12）内而不在探头内执行子相位调整及求和过程。在第二和第三实施方案中，类似于第一实施方案，能够建立包括图 4、5、6、19 和 20 所示的分组模式的各种分组模式。

图 11 示出了本发明的第二实施方案。超声波诊断装置大体由探测器单元和设备本体 312 构成。探测器单元由探头 310、探测器电缆 314A 和电缆连接器 314B 构成。探测器电缆 314A 包括多个将在下面说明的信号线。盒形的电缆连接器 314B 可分离地连接到设备本体 312。在图 11 所示的示例中，电缆连接器 314B 内含有将在下面说明的电子电路。然而，如将参照图 12 所说明的，可以在设备本体内设置该电子电路。

探头 310 用于与活体的表面接触，例如，用于执行超声波的发射和接收。探头 310 包括由大量（例如，约 4000 个）的传感器元件 316a 构成的 2D 阵列传感器 316。2D 阵列传感器 316 形成超声波射束，并以二维的方式电子地扫描。

对 2D 阵列传感器 316 定义多个 2D 子阵列 318（见图 3）。在本实施方案中，定义了 128 个子阵列。在本实施方案中，每个子阵列包括 16 个传感器元件 316a。多个子阵列 318 在 2D 阵列传感器 316 上彼此靠近地连接。每个子阵列 318 具有矩形，并被固定地限定。然而，例如按照发射/接收条件（尤其是射束扫描条件）自适应地改变每个子阵列的形式也是可能的。

在本实施方案中，对应 128 个子阵列 318 提供 128 个信道减少单元 320。换言之，一个子阵列 318 对应一个信道减少单元 320。每个信道减少单元 320 具有将形成具体的子阵列的 16 个传感器元件对应分成 4 个组的分组功能。使用此功能，能够获得 1/4 的信道减少率。当关注某一个子阵列 318 时，来自设备本体 12 的 4 个发射信号被分别用于四

个组。通常，一组包括两个或多个传感器元件，一个发射信号被并行的用于两个或多个传感器元件。关于接收，16个接收信号组合成4个组接收信号。由于一组通常包括两个或多个传感器元件，所以把两个或多个接收信号相加以产生一个组接收信号。如下面所述，在本实施方案中，通过5 在多路复用器中连接多个信号线能够实现多个接收信号的求和过程。在此情况下，可对多个接收信号执行加权加法。

在任何情况下，由于在探头310内每个子阵列318的16个传感器元件被分成四个组，所以具有能够将发射信道的数量和接收信道的数量减小到四分之一的优点。此外，如下面所述，由于在探头310的外侧提供多个发射机部分324，所以能够消除在探头310内提供多个发射机部分导致的诸如增加功耗和增加物理规模的问题。更具体地，上述10 第一实施方案中多个发射机部分是被设置在探头内，而在图11所示的结构中多个发射机部分324是被设置在下述的连接器314B内。

探测器电缆314A包括多个信号线400。具体地，为每个子阵列318提供4个信号线400，为全部的2D阵列传感器316提供总共为 128×4 个信号线400。在探测器电缆314A中还包括与这些信号线400分离的一个或多个控制线402A。控制线402A用于控制探头310内的每个元件的操作。应当注意，图11没有显示从设备本体312一侧至探头310等的电源线。

20 在如图11所示的结构示例中，在电缆连接器314B中提供多个发射/接收模块322。为每个子阵列提供一个发射/接收模块322，在本实施方案中，电缆连接器314B内总共提供128个发射/接收模块322。

每个发射/接收模块322包括发射机部分324和子相位调整及求和电路326。如下面所述，发射机部分324包括分别输出4个发射信号的4个发射机。4个发射信号经过探测器电缆被用于对应的信道减少单元320，然后被分别用于4个组。

子相位调整及求和电路326对4个输入的组接收信号执行子相位调整及求和过程，作为第一级的相位调整及求和过程。结果，这4个接收信号被组合成由标记403表示的一个子相位调整及求和信号。在30 设备本体312内提供主相位调整及求和电路328和发射/接收控制部分329。主相位调整及求和电路328对与128个子阵列获得的相应的128

个相位调整及求和信号执行主相位调整及求和过程。换言之，主相位调整及求和电路 328 在第二级执行相位调整及求和过程，由此获得主相位调整及求和信号 404。如上所述，相位调整及求和装置由多个子射束形成器和单个主射束形成器构成。基本使用 128 个传输线在电缆连接器 314B 与设备本体 312 之间传输接收信号。这提供了现存的超声波诊断装置的信号传输方法能够被继续使用的优点。还具有的优点是，现存的超声波诊断装置提供的射束形成器能够作为主相位调整及求和电路 328 使用。或者，当然可以提供专用的主相位调整及求和电路 328。

发射/接收控制部分 329 的操作由主控制部分（未示出）控制，由此控制图 11 所示的每个元件的操作。特别地，发射/接收控制部分 329 输出控制信号 402B 至探测器连接器 314B 中的每个元件，并输出控制信号 402A 至探头 310 中的每个元件。

尽管在图 11 所示的实施方案中设备本体 312 内提供了单个主相位调整及求和电路 328，但类似于上述的第一实施方案，可以并行地提供任何数量的主相位调整及求和电路 328，以在一个发射过程中同时形成多个接收射束。

图 12 示出了本发明第三实施方案，其中与图 11 所示元件类似的元件由类似的标记表示，因此将不再说明。在图 12 所示的示例的结构中，在设备本体 312 中提供多个如图 11 所示的发射/接收模块 322。图 12 中省略了探测器连接器。依靠探头 310 内执行的信道减少，此结构能够类似地具有减少信号线 400 的数量的优点。发射/接收控制部分 329 控制图 12 所示的每个元件的操作，并将控制信号送至探头 310。

在图 11 和 12 所示的结构中，对于探测器电缆 314 中的信号发射，发射信号可作为电压信号被发射，接收信号可作为电流信号被发射。此外，发射信号可以是电压在几伏至十几伏范围内的低压信号，例如， ± 4.5 伏或 ± 9 伏。当使用这样的低压发射信号驱动每个传感器元件时，最好使用分层元件作为每个传感器元件，以使每个传感器元件具有低的电阻抗。使用此结构，通过使用低压驱动可能获得足够的声功率。然而，诸如 100 伏的高压信号也可用作发射信号。

在第三实施方案中，类似于第一（和第二）实施方案，阵列传感器 316 被形成 2D 阵列传感器。在阵列传感器 316 上定义多个子阵列

318 (见图 3)。每个子阵列 318 具有矩形形状。此外, 在第三实施方案中, 类似于第一实施方案, 按照每个子阵列 318 的发射和接收条件设置分组模式 (见图 4 至 6)。此外, 在第三实施方案中, 类似于第一和第二实施方案, 按照图 7 所示的条件为每个组设置子延迟量, 为每个子阵列设置主延迟量。

将参照图 13 至 16 说明第二和第三实施方案中的信道减少单元 320 和发射/接收模块 322 的示例结构。在这些图中, 类似的元件由相同的标记表示。

参照图 13, 多路复用器 330 连接到子阵列 318。多路复用器 330 是开关矩阵, 因此用作开关装置或组设置装置。多路复用器 330 在子阵列 318 的一侧具有 16 个端子, 在探测器电缆的一侧具有 4 个端子。因此, 在 16 个端子和 4 个端子之间能够获得允许设置预期分组模式的任何预期的线连接。类似于前面的实施方案, 虽然在本实施方案中能够可变地设置形成每个组的传感器元件的数量, 但是能够将所有组的传感器元件的数量设成相同的。此外, 对于多个子阵列能够使用相同的分组模式, 或者按照子阵列的位置和发射/接收条件为每个子阵列设置预期的分组模式。

在图 13 所示的示例结构中, 在信道减少单元 320 中提供 4 个双向传输电路 332。例如, 双向传输电路 332 具有传输接收信号和发射信号的功能, 并可作为电流至电压转换电路来操作。下面将说明能够用作双向传输电路 332 和双向传输电路 334 的各种结构。

另一方面, 在发射/接收模块 322 中提供多个发射机 336 形成发射机部分 324。在本实施方案中, 提供 4 个发射机 336 并产生 4 个发射信号。这些发射信号经过发射/接收模块 322 中提供的 4 个传输电路 334 被分别用于探头。每个双向传输电路 334 可用作接受接收信号的终端电路, 也可用作传输发射信号的电路。

发射/接收模块 322 包括具有子射束形成器功能的子相位调整及求和电路 326。在图 13 所示的示例中, 子相位调整及求和电路 326 被形成模拟相位调整及求和电路。更具体地, 子相位调整及求和电路 326 包括开关矩阵 330 和延迟线 341。延迟线 341 具有对应各个延迟量的大量的抽头, 开关矩阵 330 将 4 个输入的接收信号的每个送至对应于该

信号接收子延迟量的抽头，由此以模拟方式实现子相位调整及求和过程。使用上述过程产生子相位调整及求和信号 403。开关矩阵 330 包括分别位于 16 个元件信号线与 4 个组信号线之间交叉处的多个开关（未示出）。使用每个开关的开/关操作，一个或多个元件信号线被连接到每个组信号线。

在图 14 所示的示例结构中，在发射/接收模块 322 中提供多个双向传输电路 340。这些传输电路 340 直接连接到多路复用器 330。每个传输电路 340 具有用于发射的脉冲发生器和用于接收的前置放大器的功能。

在图 15 所示的示例结构中，以数字射束形成器的形式形成子相位调整及求和电路 326。具体地，子相位调整及求和电路 326 包括 4 个 A/D 转换器 342、4 个存储器 346、一个加法器 350 和一个时序控制器 348。每个传输电路 334 输出的接收信号（一个组接收信号）被送至对应的一个 A/D 转换器 342，在那里输入的模拟信号被转换成数字信号，然后暂时的保存在存储器 346 中。时序控制器 348 控制对 4 个存储器 346 的信号读取时序，由此为每个信号分配延迟时间。因此在加法器 350 中对从 4 个存储器 346 中读取的 4 个信号求和。结果，获得数字信号形式的子相位调整及求和信号 403。

图 16 所示的示例结构与图 15 所示的示例结构相同的是发射/接收模块 322 包括子数字射束形成器，与图 15 所示的示例结构不同的是仅在发射/接收模块 322 的一侧提供 4 个双向传输电路 340。具体地，每个传输电路 340 具有类似于图 14 所示的每个传输电路 340 的脉冲发生器/前置放大器电路的功能，并直接地连接到多路复用器 330。

在图 17 所示的示例结构中，尽管发射/接收模块 322 包括类似于图 16（和图 14）所示结构的 4 个传输电路 340，但子相位调整及求和电路 326 是以使用 CCD 器件的模拟相位调整及求和电路的形式形成的。更具体地，对应 4 个接收信号（4 个组接收信号）提供 4 个 CCD 和 4 个开关电路 354，并且控制器 360 将时钟信号送至 CCD 352 以及将控制信号送至开关电路 354。

在 CCD 352 中，输入信号被随后与时钟同步的发射，并从控制器 360 指定的位置被提取。换言之，对提取信号适当地设置这样的点，能

够给予该信号预期的延迟时间。提取的信号经过放大器 356 被输出至加法器 358。在加法器 358 中对经历延迟过程的 4 个信号求和，所以子相位调整及求和信号 403 以模拟信号的形式被生成。控制器 360 控制作为一个整体的多个子相位调整及求和电路。

- 5 如上所述，依照本发明的第一、第二和第三实施方案，例如，由于每个子阵列的 16 个接收信号被分成 4 组，即，由于在探测器电缆内实现了信道减少，所以能够减少探测器电缆内用于传输的信号线的数量。此外，在上述的第一、第二和第三实施方案中，由于按照发射/接收条件动态地改变每个子阵列的分组模式，所以能够获得较好的射束。
- 10 特别地，能够改变形成每个组的传感器元件的数量，所以能够减少旁瓣或者能够获得较好的射束剖面图。

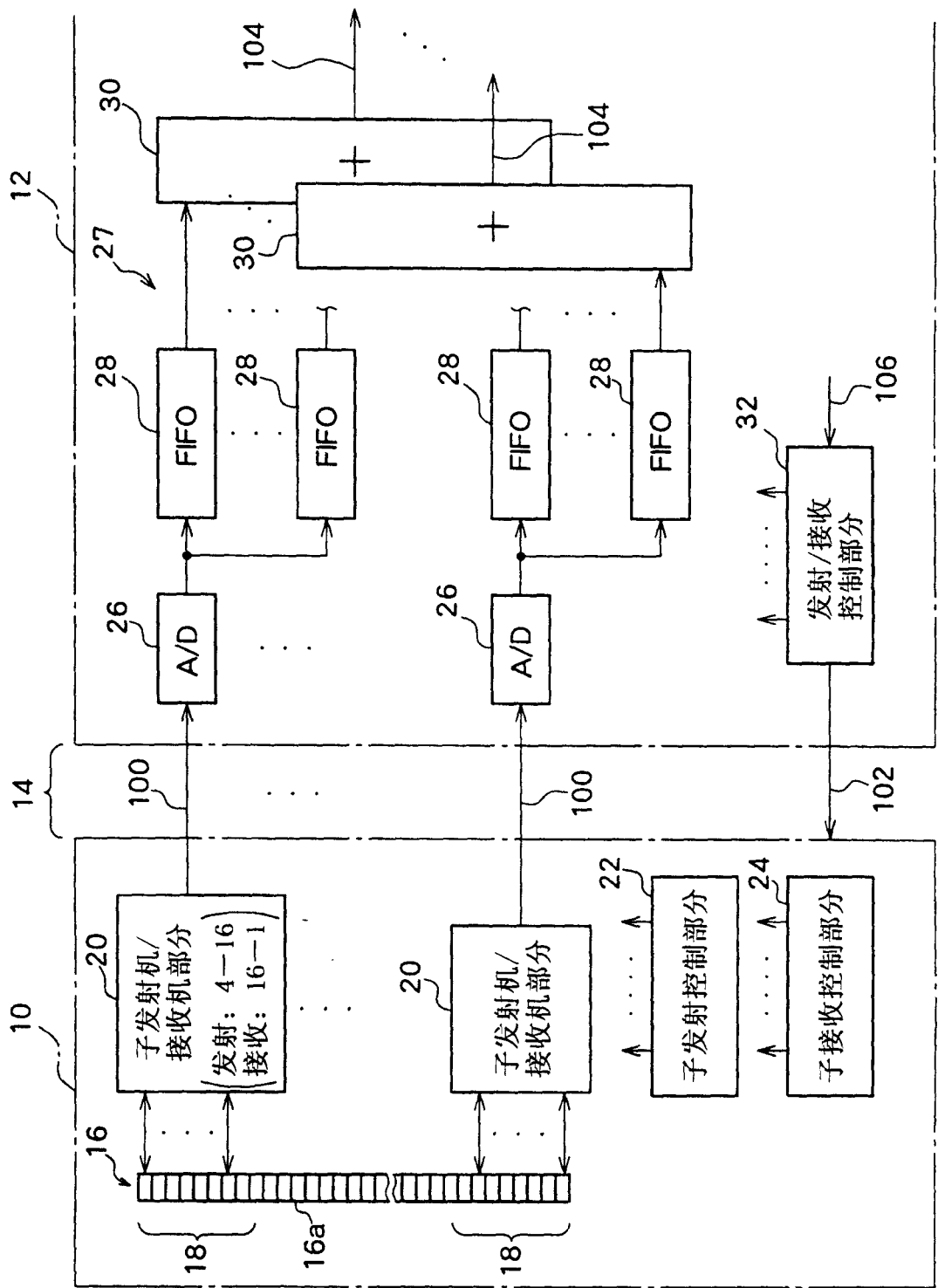


图 1

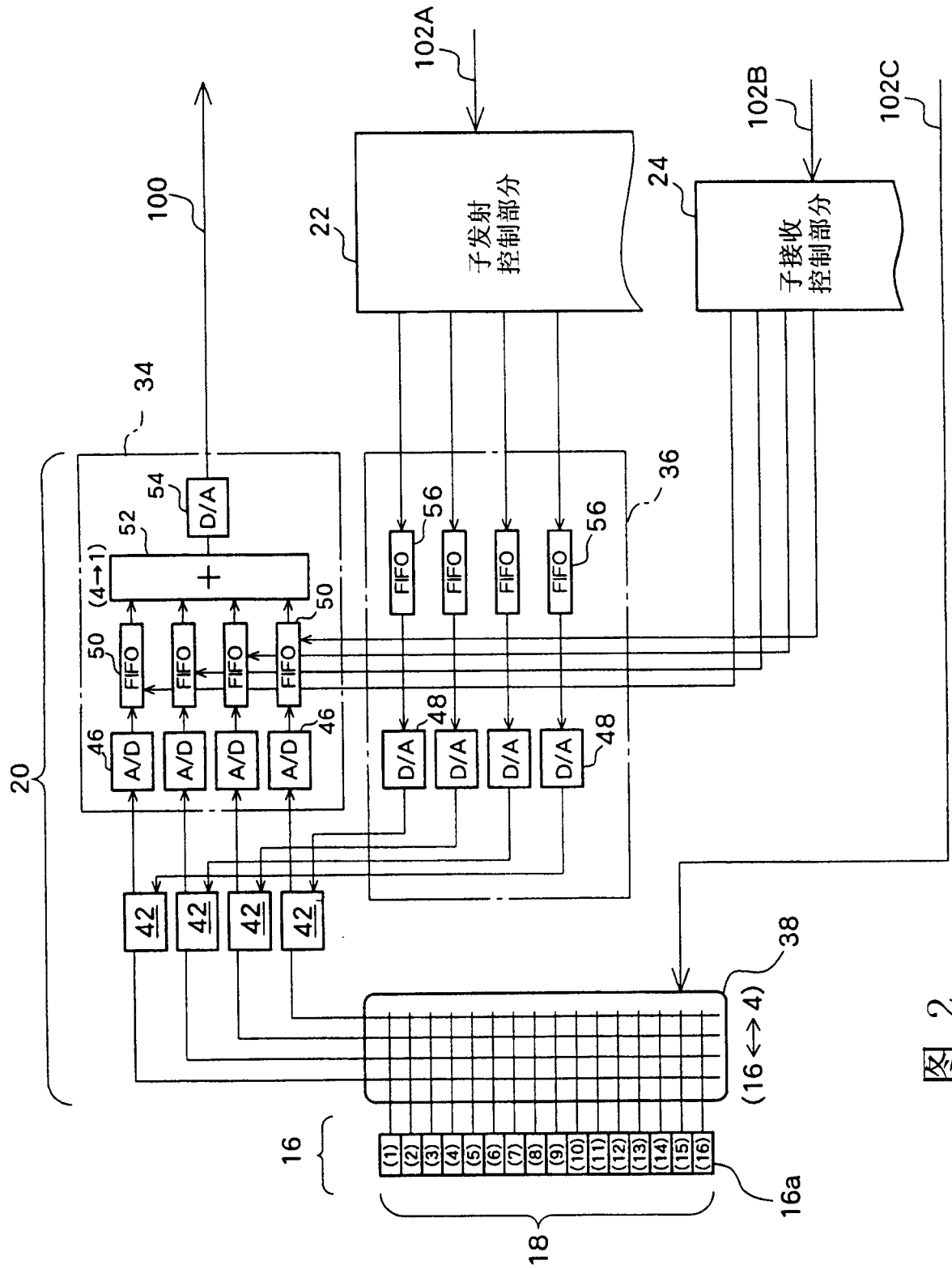


图 2

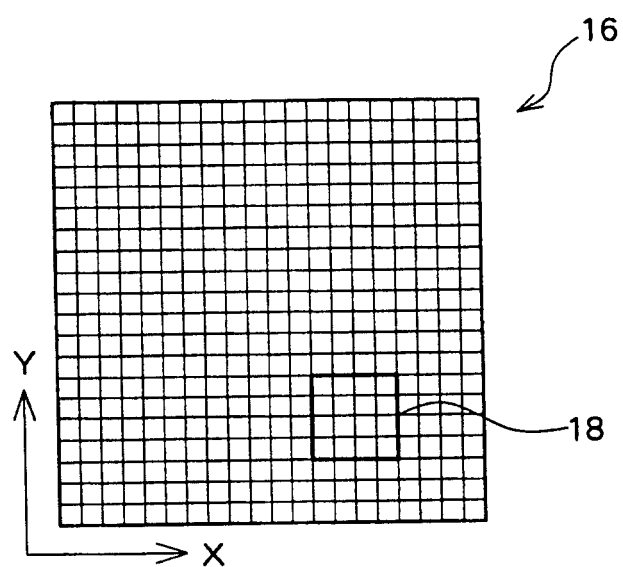


图 3

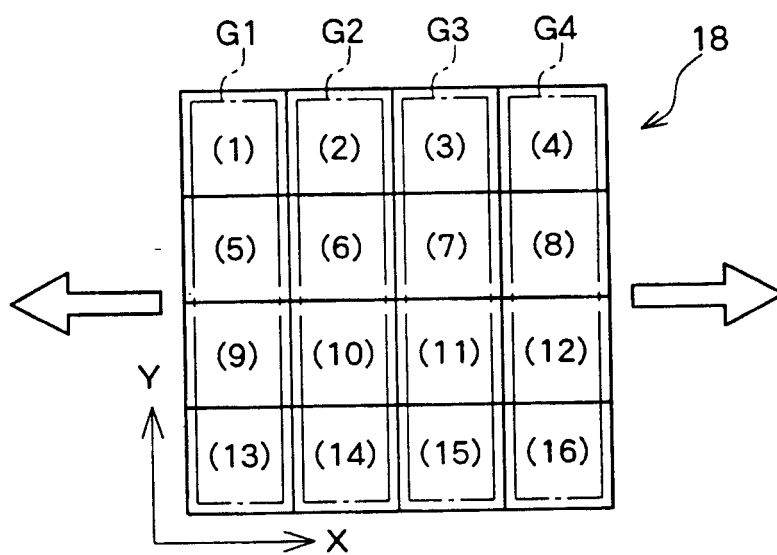


图 4

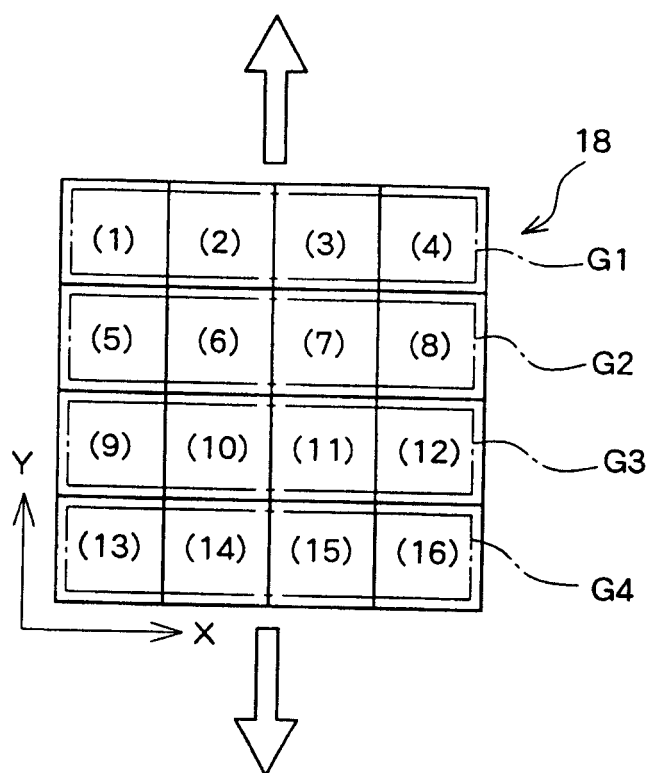


图 5

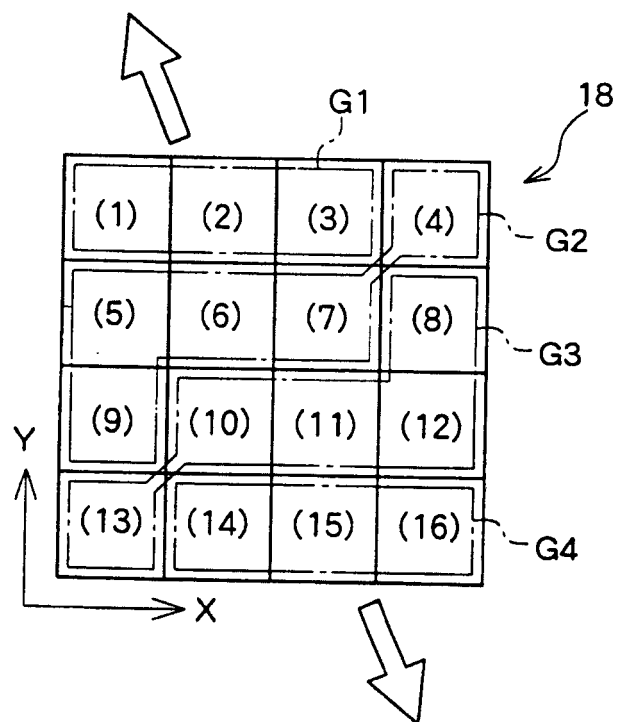


图 6

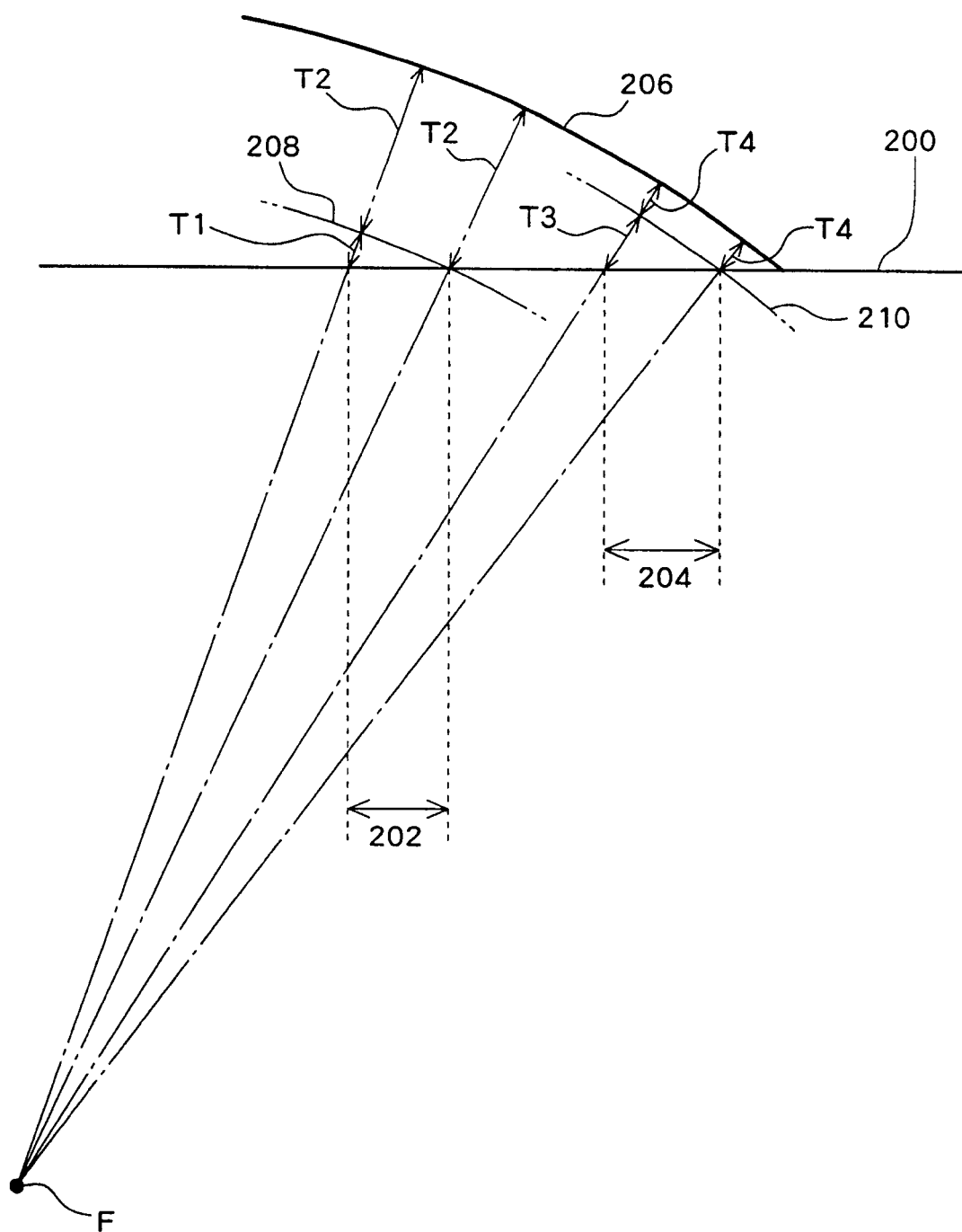


图 7

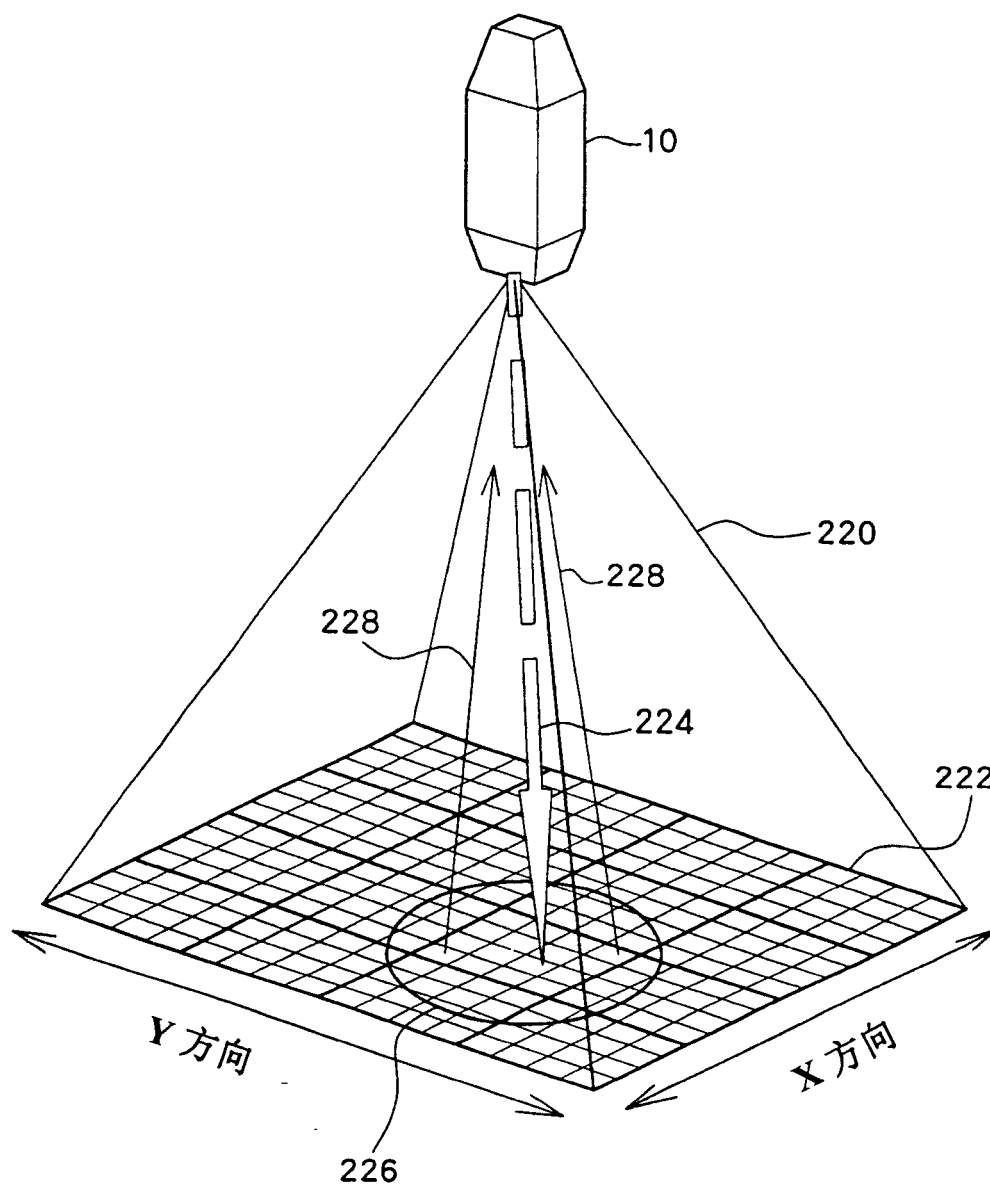


图 8

发射束地址	子阵列1		子阵列2		
	分组模式	设置发射延迟量 设置接收延迟量	分组模式	设置发射延迟量 设置接收延迟量	
1	A1		A2		
2	B1		B2		
3	C1		C2		

229

图 9

发射束地址	接收束1	接收束2	接收束3	接收束4	
1					
2					
3					

230

图 10

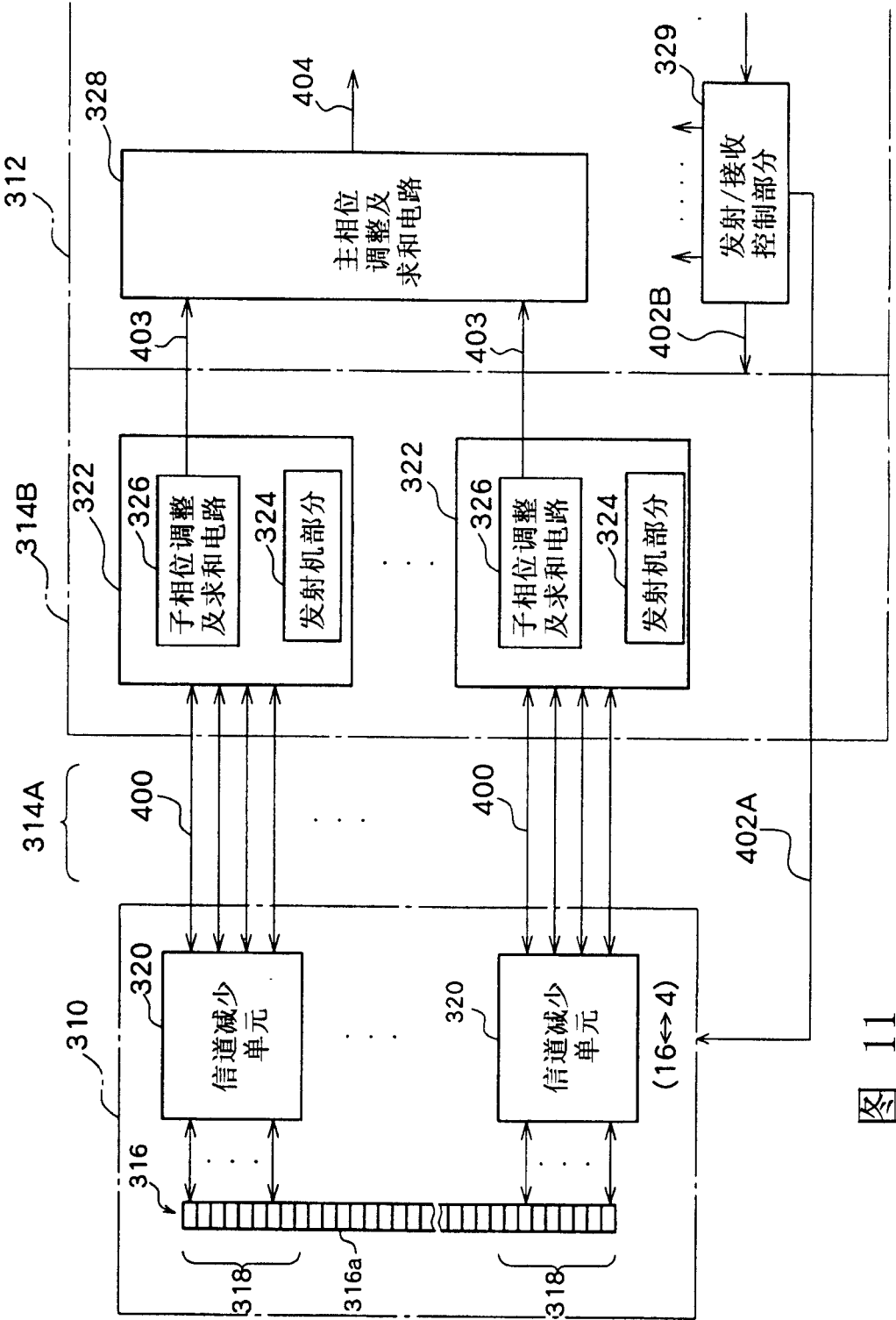


图 11

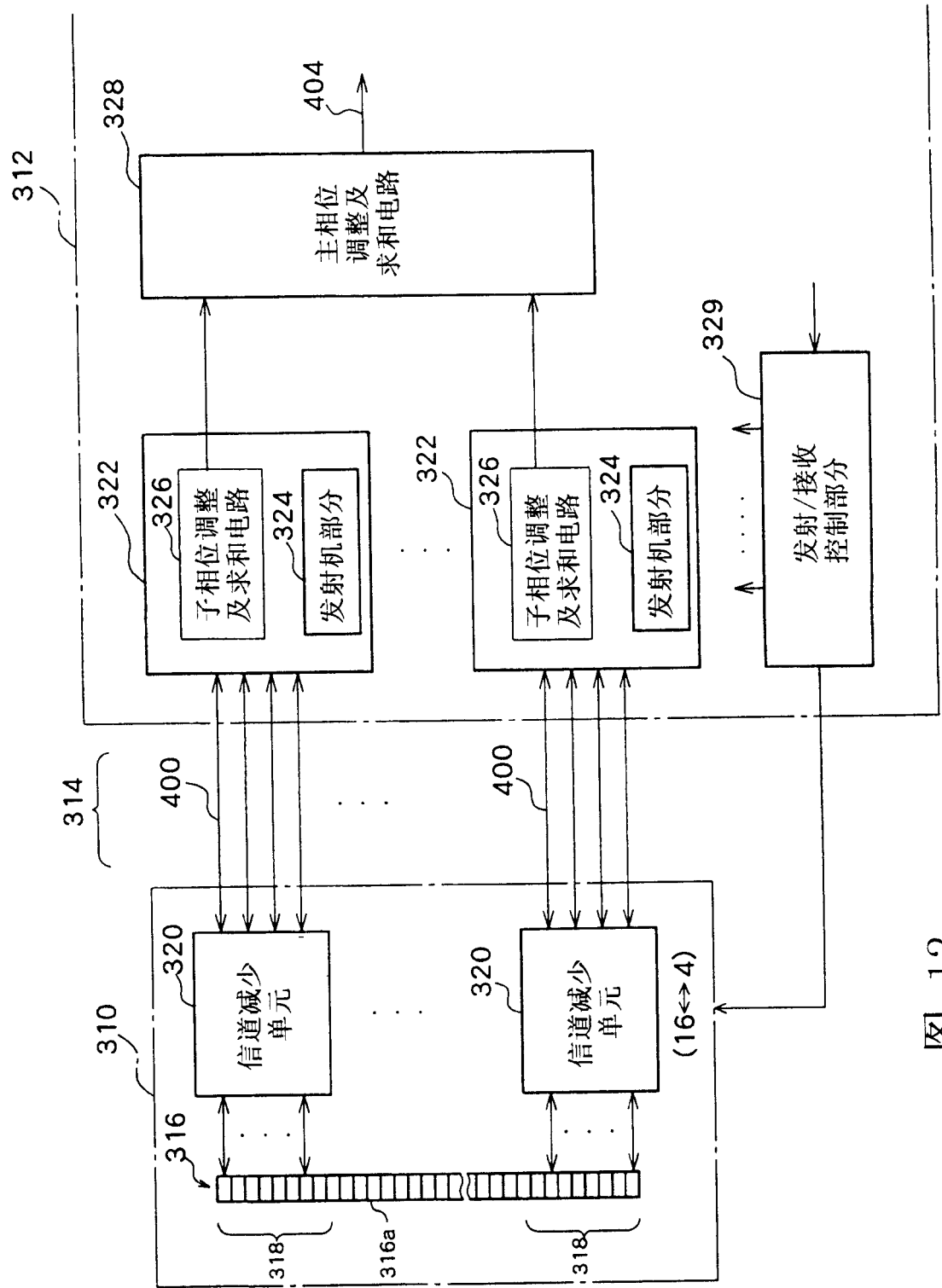


图 12

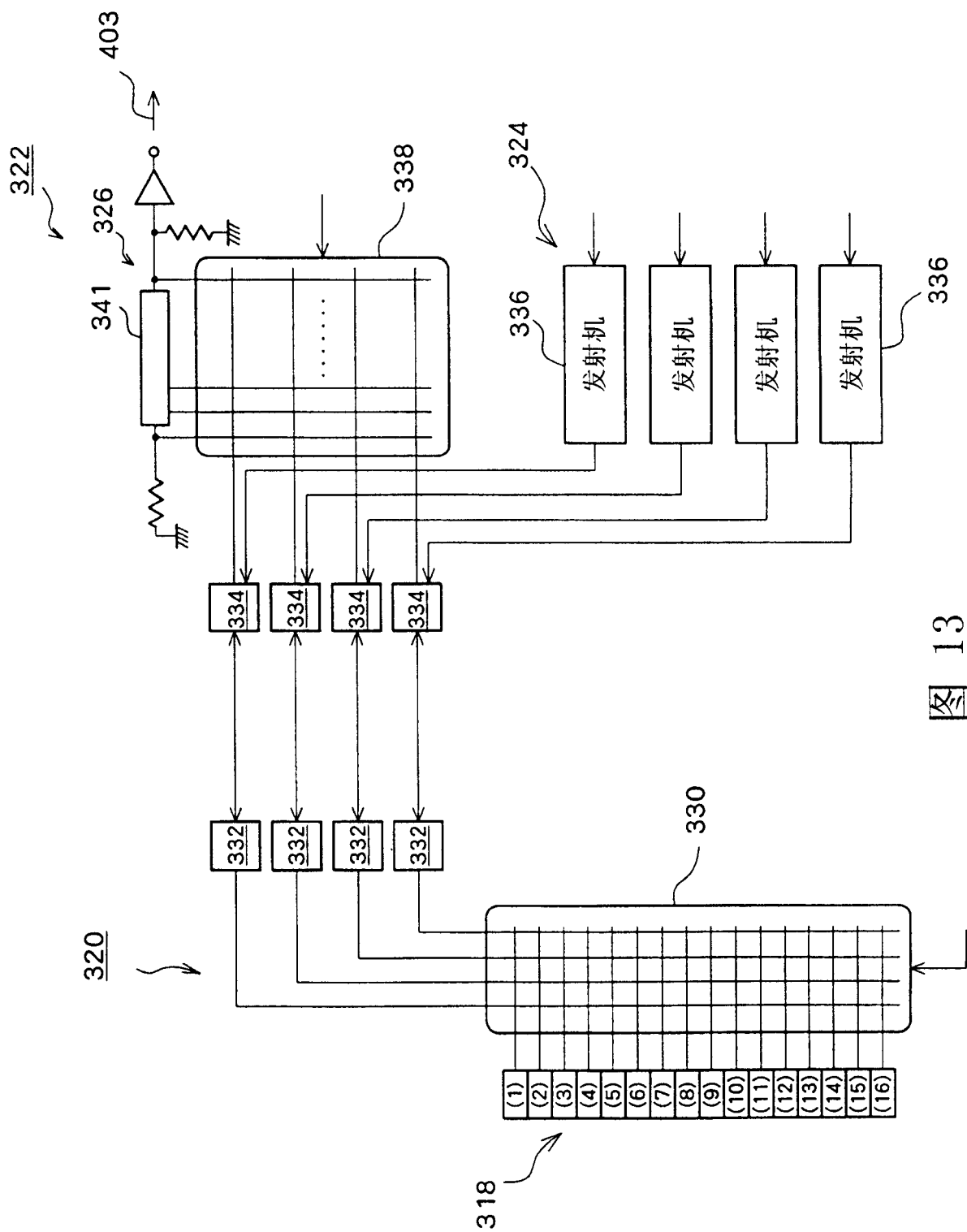


图 13

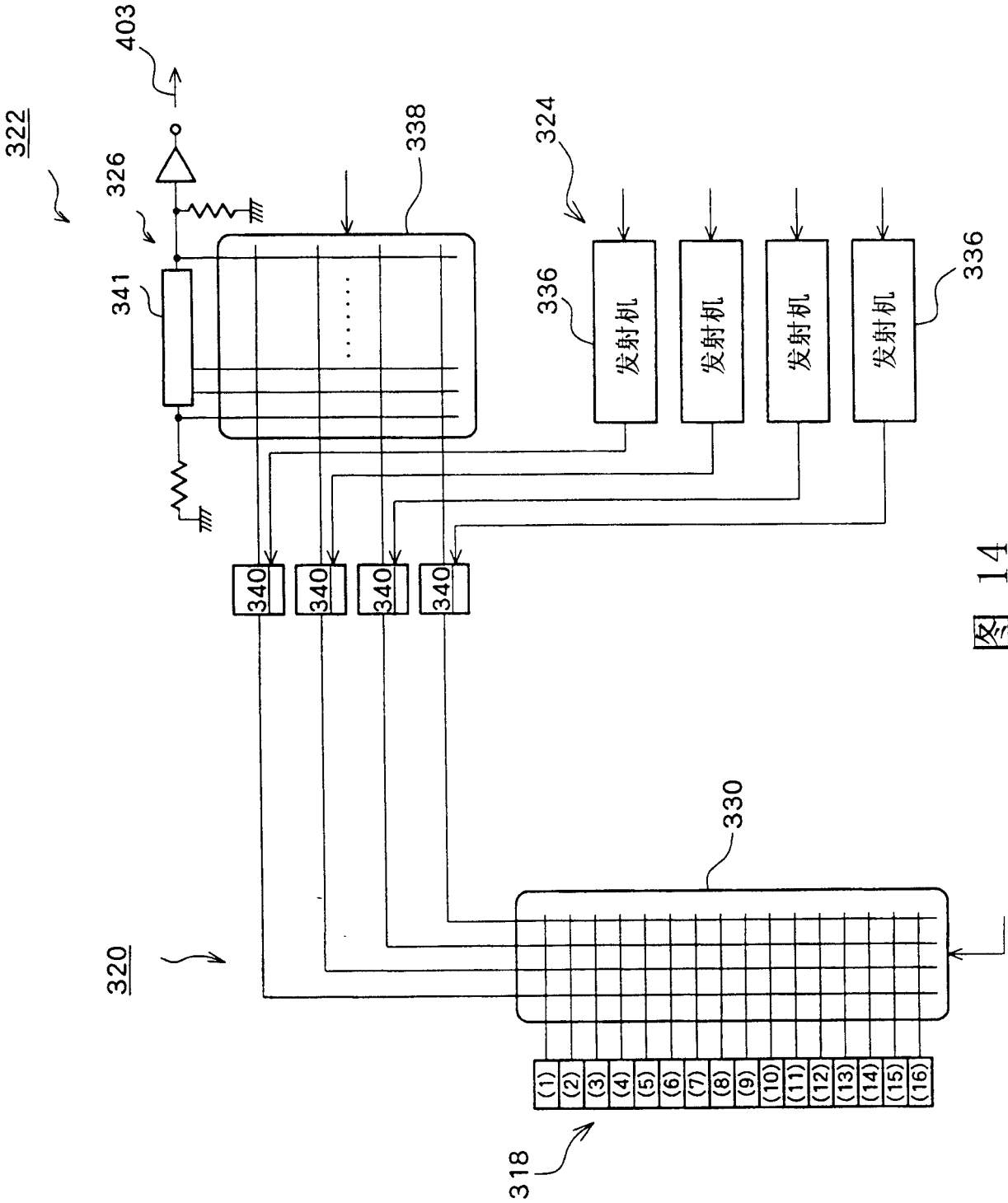


图 14

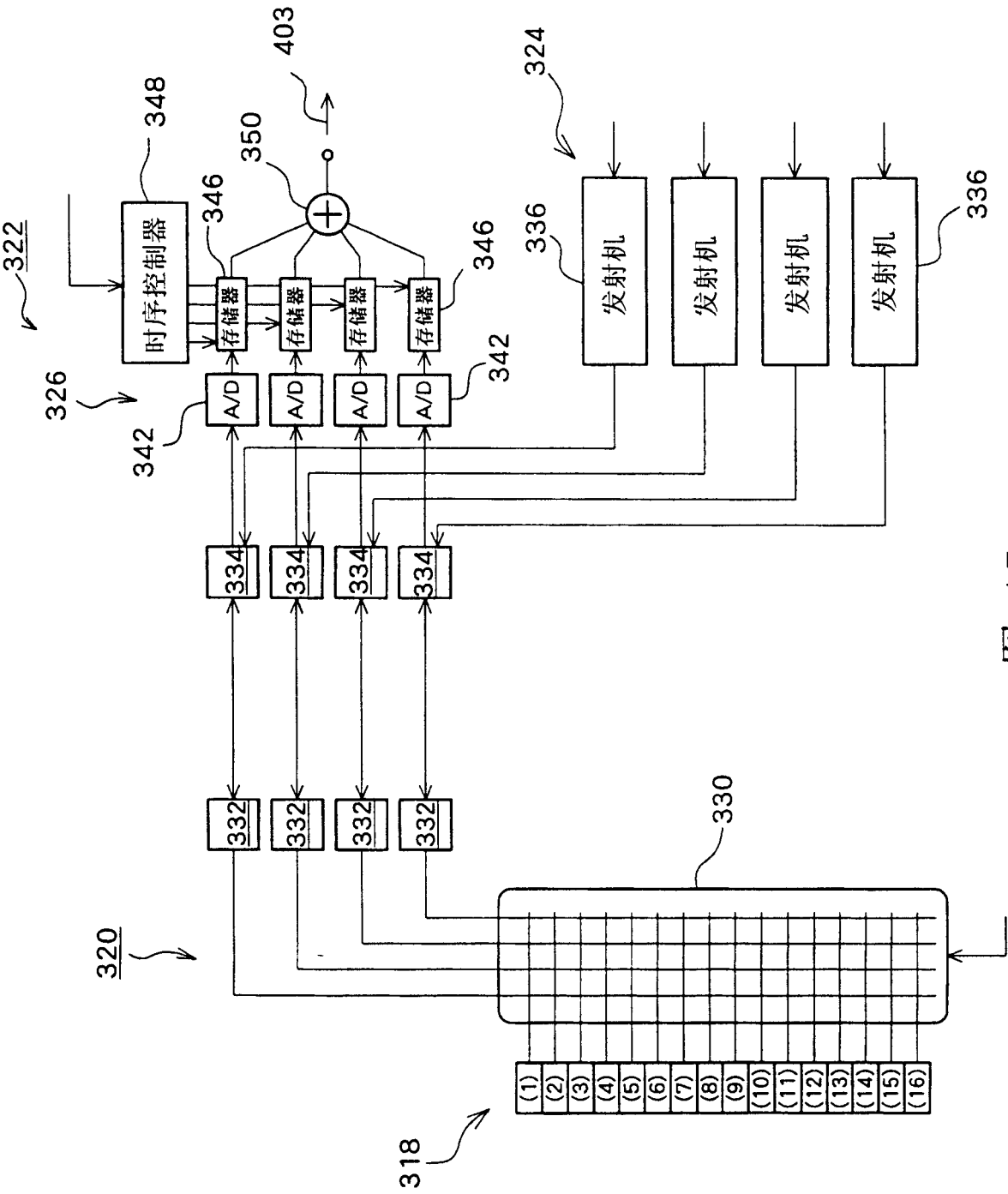


图 15

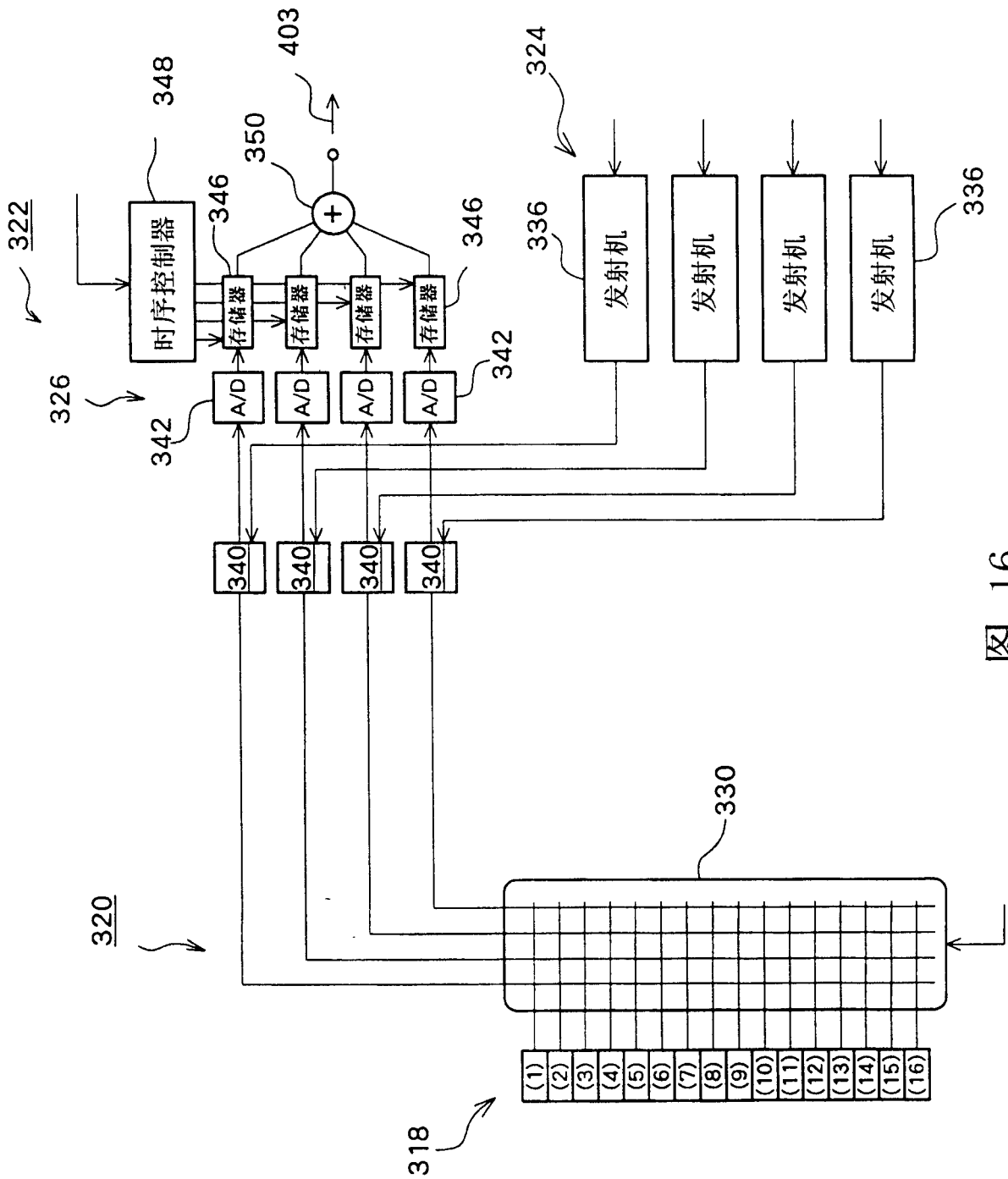


图 16

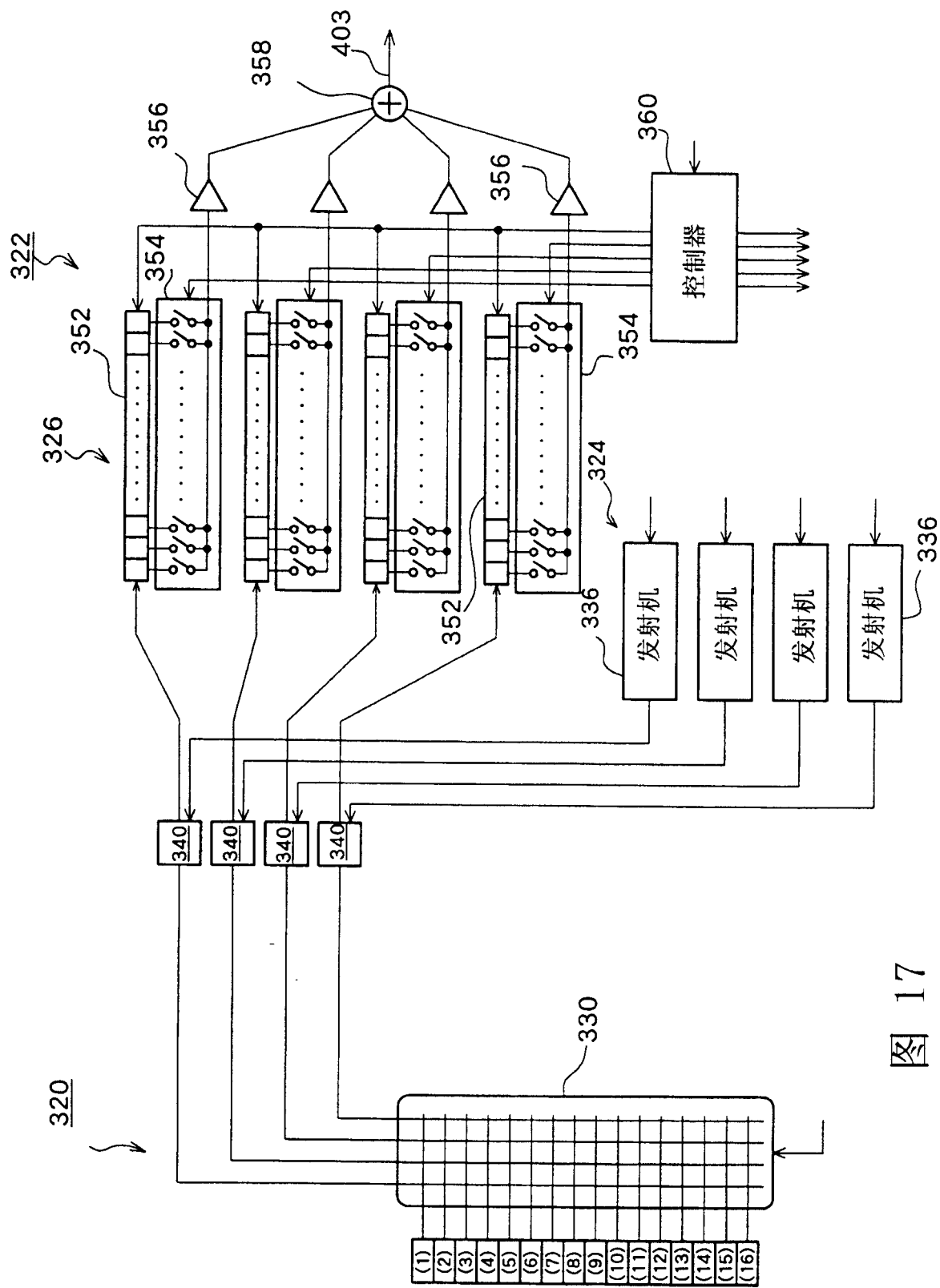


图 17

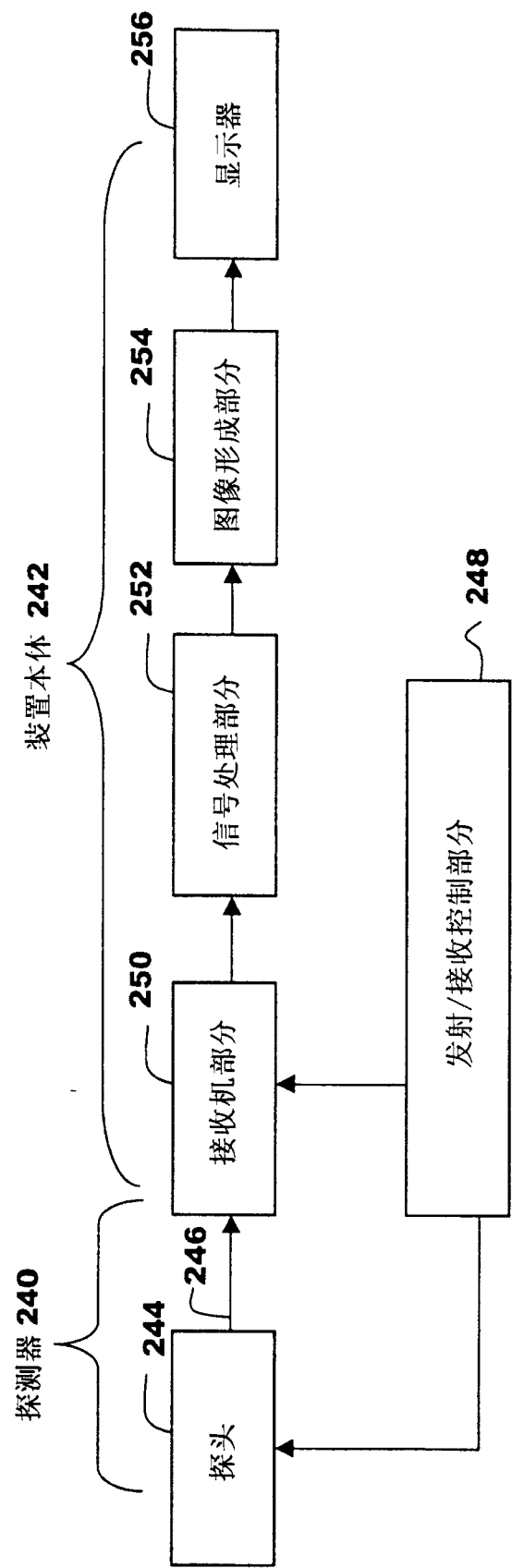


图 18

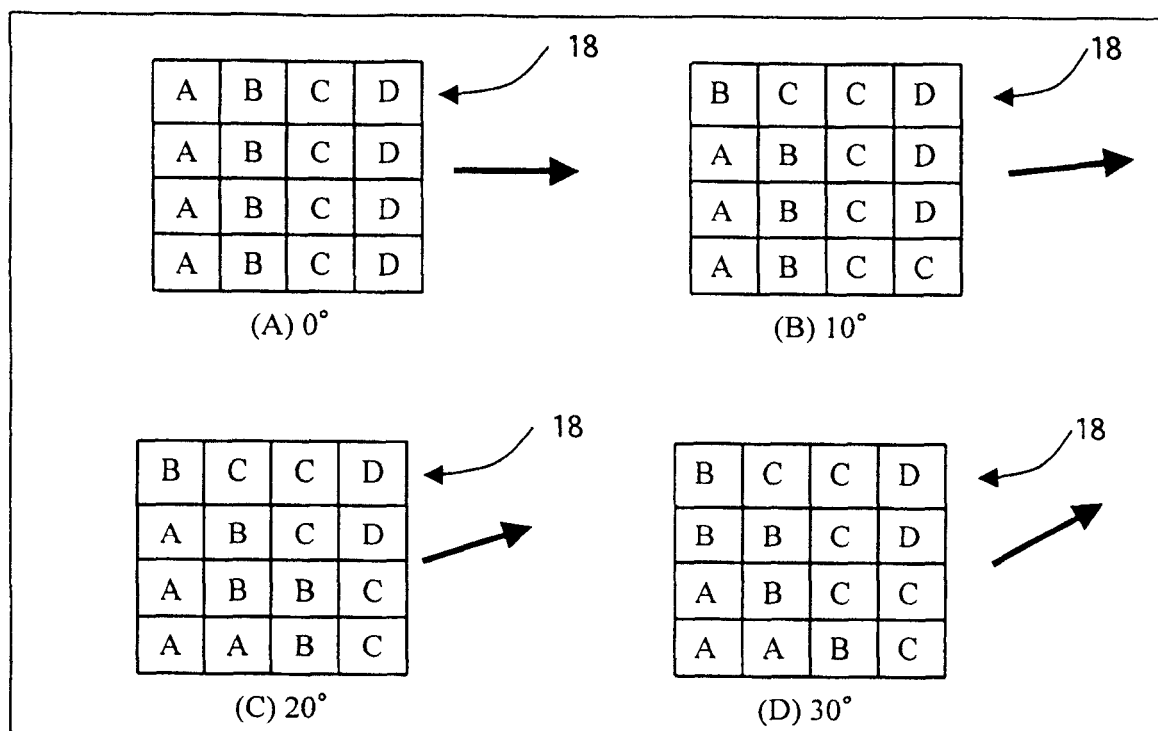


图 19

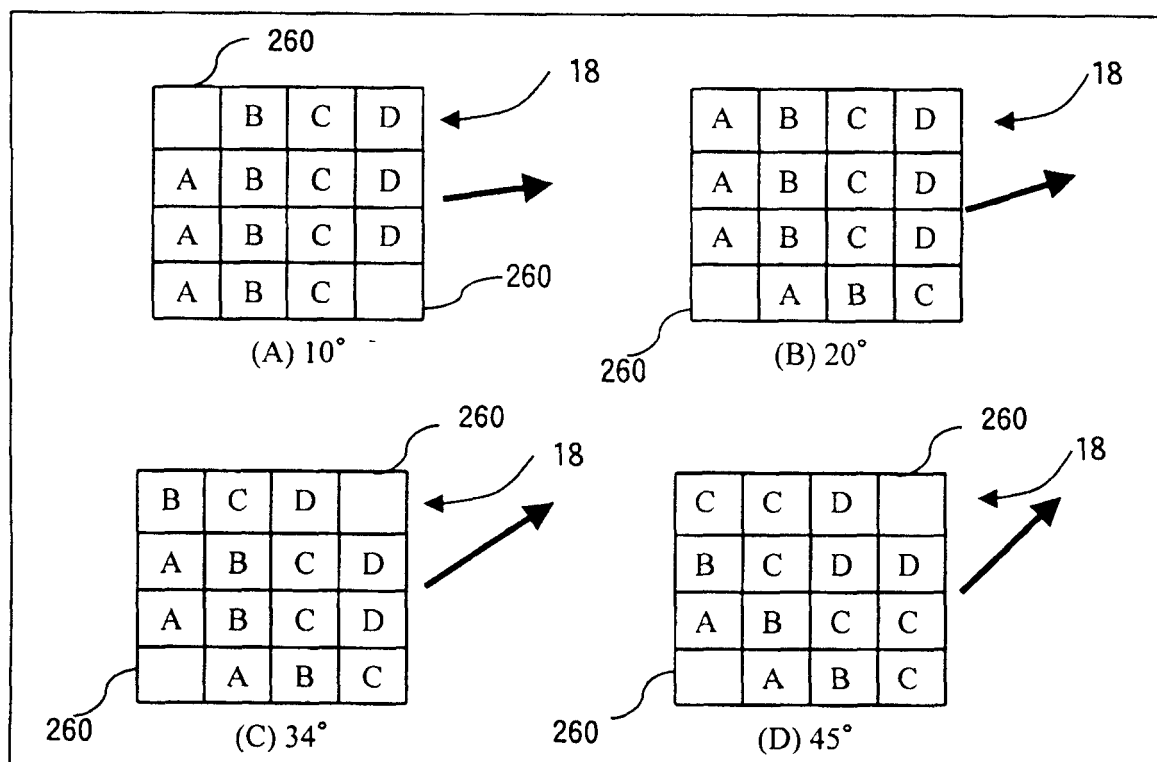


图 20

专利名称(译)	超声波诊断装置		
公开(公告)号	CN1575772A	公开(公告)日	2005-02-09
申请号	CN200410050143.X	申请日	2004-06-23
[标]申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	阿洛卡株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	阿洛卡株式会社		
[标]发明人	竹内秀树		
发明人	竹内秀树		
IPC分类号	G01S7/52 G01S7/521 G01S15/89 G10K11/34 A61B8/00		
CPC分类号	G01S15/8927 G10K11/346 G01S7/5208 G01S7/52046 G01S15/8925 G01S7/52079 A61B8/483		
代理人(译)	程伟		
优先权	2003181104 2003-06-25 JP 2003181070 2003-06-25 JP		
其他公开文献	CN1575772B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明是一种超声波诊断装置。在2D阵列传感器上定义多个2D子阵列用于进行超声波的发射与接收。为每个子阵列设置多个组。更具体地，形成子阵列的多个(例如，16个)传感器元件被分组或分成多个(例如，4个)组。多路复用器对每个组的多个传感器元件输出的多个接收信号进行求和，产生一个组接收信号。然后使由此产生的多个组接收信号经过子相位调整及求和过程，以产生子相位调整及求和信号。然后使对应多个子阵列的多个子相位调整及求和信号经过主相位调整及求和过程。在探头、电缆连接器或设备被本体内设置子相位调整及求和处理部分。在发射期间，多路复用器将发射信号并行地送至形成一个组的多个传感器元件。

