[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
A61B 8/00
G01S 15/00

[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 01117831.0

[43]公开日 2001年10月17日

[11]公开号 CN 1317293A

[22]申请日 2001.3.22 [21]申请号 01117831.0

[30]优先权

[32]2000.3.22 [33]JP [31]79712/2000

[71]申请人 GE医疗系统环球技术有限公司

地址 美国威斯康星州

[72]发明人 铃木阳一

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

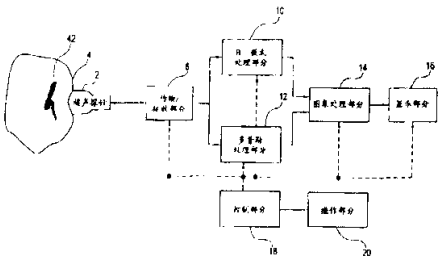
代理人 陈景峻

权利要求书4页 说明书15页 附图页数9页

[54]发明名称 图像形成方法及装置和超声成像装置

[57]摘要

根据超声回波的多普勒变换,形成无杂波的图像,来指示回波源的动态,其中回波源包括谐波强反差作用剂,根据多普勒变换估算回波源的速度方差T,并且依靠方差值,调整图像的信号强度。



ISSN1008-4274

01.04.09

权 利 要 求 书

1.图像形成方法，根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，包括如下步骤：

根据多普勒变换，估算所述回波源的速度方差；并且

依靠方差值调整图像的信号强度。

2.图像形成方法，根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，包括如下步骤：

根据多普勒变换，估算所述回波源的速度方差；并且

当方差小于预定值时，使图像的信号强度最小化。

3.图像形成方法，根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，包括如下步骤：

根据多普勒变换，估算所述回波源的速度方差；并且

将增益放大到所述图像的信号强度，其中增益作为方差的函数给出。

4.图像形成方法，根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，包括如下步骤：

根据多普勒变换，估算所述回波源的速度方差；

估算具有多普勒变换的信号功率；并且

将增益放大到所述图像的信号强度，其中增益作为方差和功率的函数给出。

5.图像形成方法，根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，包括如下步骤：

根据多普勒变换，估算所述回波源的速度方差；并且

根据信号形成图像，其中信号作为方差的函数给出。

6.图像形成方法，根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，包括如下步骤：

根据多普勒变换，估算所述回波源的速度方差；

估算具有多普勒变换的信号功率；并且

根据信号形成图像，其中信号作为方差和功率的函数给出。

7.图像形成装置，根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，所述装置包括：

方差计算装置，用于根据多普勒变换，估算所述回波源的速度方差；和

信号强度调整装置，用于依靠方差值调整图像的信号强度。

8.图像形成装置，根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，所述装置包括：

方差计算装置，用于根据多普勒变换，估算所述回波源的速度方差；和

信号强度调整装置，当方差小于预定值时使图像的信号强度最小化。

9.图像形成装置，根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，所述装置包括：

方差计算装置，用于根据多普勒变换，估算所述回波源的速度方差；和

信号强度调整装置，用于将增益放大到所述图像的信号强度，其中增益作为方差的函数给出。

10.图像形成装置，根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，所述装置包括：

方差计算装置，用于根据多普勒变换，估算所述回波源的速度方差；

功率计算装置，用于估算具有多普勒变换的信号功率；和

信号强度调整装置，用于将增益放大到所述图像的信号强度，其中增益作为方差和功率的函数给出。

11.图像形成装置，根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，所述装置包括：

方差计算装置，用于根据多普勒变换，估算所述回波源的速度方差；和

图像形成装置，用于根据信号形成图像，其中信号作为方差的函数给出。

12.图像形成装置，根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，所述装置包括：

方差计算装置，用于根据多普勒变换，估算所述回波源的速度方差；

功率计算装置，用于估算具有多普勒变换的信号功率；和

图像形成装置，用于根据信号形成图像，其中信号作为方差和功率的函数给出。

13.超声成像装置，它传输超声波，接收其回波，并且根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，所述装置包括：

方差计算装置，用于根据多普勒变换，估算所述回波源的速度方差；和

信号强度调整装置，用于依靠方差值调整图像的信号强度。

14.超声成像装置，它传输超声波，接收其回波，并且根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，所述装置包括：

方差计算装置，用于根据多普勒变换，估算所述回波源的速度方差；和

信号强度调整装置，当方差小于预定值时使图像的信号强度最小化。

15.超声成像装置，它传输超声波，接收其回波，并且根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，所述装置包括：

方差计算装置，用于根据多普勒变换，估算所述回波源的速度方差；和

信号强度调整装置，用于将增益放大到所述图像的信号强度，其中增益作为方差的函数给出。

16.超声成像装置，它传输超声波，接收其回波，并且根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，所述装置包括：

方差计算装置，用于根据多普勒变换，估算所述回波源的速度方差；

功率计算装置，用于估算具有多普勒变换的信号功率；和

信号强度调整装置，用于将增益放大到所述图像的信号强度，其中增益作为方差和所述功率的函数给出。

17.超声成像装置，它传输超声波，接收其回波，并且根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，所述装置包括：

方差计算装置，用于根据多普勒变换，估算所述回波源的速度方差；和

图像形成装置，用于根据信号形成图像，其中信号作为方差的函数给出。

18.超声成像装置，它传输超声波，接收其回波，并且根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，所述装置包括：

方差计算装置，用于根据多普勒变换，估算所述回波源的速度方差；

功率计算装置，用于估算具有多普勒变换的信号功率；和

01·04·09

图像形成装置，用于根据信号形成图像，其中信号作为方差和功率的函数给出。

01·04·09

说　　明　　书

图像形成方法及装置和超声成像装置

本发明涉及图像形成方法及装置，和超声成像装置，并且特别涉及根据超声回波的多普勒变换形成动态图像的图像形成方法及装置，并且涉及装备有图像形成装置的超声成像装置。

根据使用超声回波的多普勒变换，使血流的动态超声成像，其中超声回波由包括在血液中的小颗粒，如血红细胞建立。产生的图像作为彩色多普勒图像显示。

如果需要增加血液部分回波的量级，那么在血液中加入超声强反差作用剂。超声强反差作用剂是包括多个细微泡的液体，细微泡具有几微米左右的直径。这样的强反差作用剂被称为谐波强反差作用剂，其中细微气泡产生回波，而回波包括传输的超声波的谐波。

由于身体组织运动的超声回波多普勒变换，会产生与血液无关的多普勒信号，即杂波。由于超声传输的非线性，身体组织的超声回波进一步包括谐波部分，由此也在谐波区产生杂波。

由于身体组织的杂波与血液产生的信号相比，其特征在于具有大的功率和小的速度，并且使用这个事实，来从血液产生的信号中分离杂波，由此消除杂波。然而，这个方案不足以完全去除杂波。

本发明的目的是实现图像形成方法和装置，它能够产生无杂波的动态图像，并且实现装备有图像形成装置的超声成像装置。

在描述解决问题的方法之前，将解释谐波强反差作用剂产生的超声回波的特点。除了传输的超声波建立的谐波回波，谐波强反差作用剂其特征在于具有能够显示 LOC（Loss of Correlation，即相关损失）现象的多普勒变换。

根据具有 LOC 现象的多普勒变换而估算的速度，具有特别大的方差，并且可以从杂波中清晰地分辨出来，其中杂波方差通常很小。本发明使用谐波强反差作用剂多普勒变换的这样的特点。

（1）为了解决上述问题的第一点，本发明提供图像形成方法，它根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差

作用剂，并且其特征在于根据多普勒变换，估算回波源的速度方差，并且根据方差值调整图像的信号强度。

在这一点上，本发明被设计为依靠回波源的速度方差值，调整图像的信号强度，结果能够防止杂波成分在图像中出现，其中杂波成分方差通常很小。还能够增强谐波强反差作用剂的动态图像，其中谐波强反差作用剂方差通常很大。

（2）为了解决上述问题的另一点，本发明提供图像形成方法，它根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，并且其特征在于根据多普勒变换，估算回波源的速度方差，并且当方差小于预定值时，减小图像的信号强度。

在这一点上，本发明被设计为当回波源的速度方差小于预定值时，减小图像的信号强度，结果能够防止杂波成分在图像中出现，其中杂波成分方差通常很小。

（3）为了解决上述问题的另一点，本发明提供图像形成方法，它根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，并且其特征在于根据多普勒变换，估算回波源的速度方差，并且将增益放大到所述图像的信号强度，其中增益作为方差的函数给出。

在这一点上，本发明被设计为将增益放大到所述图像的信号强度，其中增益作为方差的函数给出，结果能够防止杂波成分在图像中出现，其中杂波成分方差通常很小。还能够增强谐波强反差作用剂的动态图像，谐波强反差作用剂方差通常很大。

（4）为了解决上述问题的另一点，本发明提供图像形成方法，它根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，并且其特征在于根据多普勒变换，估算回波源的速度方差，估算具有多普勒变换的信号功率，并且将增益放大到所述图像的信号强度，其中增益作为方差和功率的函数给出。

在这一点上，本发明被设计为将增益放大到所述图像的信号强度，其中增益作为方差和功率的函数给出，结果能够防止杂波成分在图像中出现，其中杂波成分方差通常很小而功率很大。还能够增强谐波强反差作用剂的动态图像，其中谐波强反差作用剂方差通常很大而功率很小。

（5）为了解决上述问题的另一点，本发明提供（1）项到（4）项中任何之一的图像形成方法，它其特征在于动态是速度。

在这一点上，本发明能够产生去除杂波的速度图像，。

（6）为了解决上述问题的另一点，本发明提供（1）项到（4）项中任何之一的图像形成方法，它其特征在于动态是速度方差（variance of velocity）。

在这一点上，本发明能够产生去除杂波的方差图像。

（7）为了解决上述问题的另一点，本发明提供（1）项到（4）项中任何之一的图像形成方法，它其特征在于动态是速度和方差的结合。

在这一点上，本发明能够产生去除杂波的速度/方差结合图像。

（8）为了解决上述问题的另一点，本发明提供（1）项到（4）项中任何之一的图像形成方法，它其特征在于动态是具有多普勒变换的信号功率。

在这一点上，本发明能够产生去除杂波的功率图像。

（9）为了解决上述问题的另一点，本发明提供（1）项到（4）项中任何之一的图像形成方法，它其特征在于动态是具有多普勒变换的信号功率与速度方差的结合。

在这一点上，本发明能够产生去除杂波的功率/方差结合图像。

（10）为了解决上述问题的另一点，本发明提供图像形成方法，它根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，并且其特征在于根据多普勒变换，估算回波源的速度方差，并且根据信号形成图像，其中信号作为方差的函数给出。

在这一点上，本发明被设计为根据信号形成图像，其中信号作为方差的函数给出，结果能够防止杂波成分在图像中出现，其中杂波成分方差通常很小。还能够增强谐波强反差作用剂的动态图像，其中谐波强反差作用剂方差通常很大。

（11）为了解决上述问题的另一点，本发明提供图像形成方法，它根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，并且其特征在于根据多普勒变换，估算回波源的速度方差，估算具有多普勒变换的信号功率，并且根据信号形成图像，其中信号作为方差和功率的函数给出。

在这一点上，本发明被设计为根据信号形成图像，其中信号作为方差和功

率的函数给出，结果能够防止杂波成分在图像中出现，其中杂波成分方差通常很小而功率很大。还能够增强谐波强反差作用剂的动态图像，其中谐波强反差作用剂方差通常很大而功率很小。

（12）为了解决上述问题的另一点，本发明提供图像形成装置，它根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，并且其特征在于包括：方差计算装置，它根据多普勒变换，估算回波源的速度方差；和信号强度调整装置，它依靠方差值调整图像的信号强度。

在这一点上，本发明被设计，使信号强度调整装置依靠回波源的速度方差值，调整图像的信号强度，结果能够防止杂波成分在图像中出现，其中杂波成分方差通常很小。还能够增强谐波强反差作用剂的动态图像，其中谐波强反差作用剂方差通常很大。

（13）为了解决上述问题的另一点，本发明提供图像形成装置，它根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，并且其特征在于包括：方差计算装置，它根据多普勒变换，估算回波源的速度方差；和信号强度调整装置，当方差方差小于预定值时，它使图像的信号强度最小化。

在这一点上，本发明被设计，当回波源的速度方差小于预定值时，信号强度调整装置使图像的信号强度最小化，结果防止杂波成分在图像中出现，其中杂波成分方差通常很小。

（14）为了解决上述问题的另一点，本发明提供图像形成装置，它根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，并且其特征在于包括：方差计算装置，它根据多普勒变换，估算回波源的速度方差；和信号强度调整装置，它将增益放大到所述图像的信号强度，其中增益作为方差的函数给出。

在这一点上，本发明被设计，使信号强度调整装置将增益放大到所述图像的信号强度，其中增益作为方差的函数给出，结果能够防止杂波成分在图像中出现，其中杂波成分方差通常很小。还能够增强谐波强反差作用剂的动态图像，其中谐波强反差作用剂方差通常很大。

（15）为了解决上述问题的另一点，本发明提供图像形成装置，它根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反

差作用剂，并且其特征在于包括：方差计算装置，它根据多普勒变换，估算回波源的速度方差；功率计算装置，它估算具有多普勒变换的信号功率；和信号强度调整装置，它将增益放大到所述图像的信号强度，其中增益作为方差和功率的函数给出。

在这一点上，本发明被设计，使信号强度调整装置将增益放大到所述图像的信号强度，其中增益作为方差和功率的函数给出，结果能够防止杂波成分在图像中出现，其中杂波成分方差通常很小而功率很大。还能够增强谐波强反差作用剂的动态图像，谐波强反差作用剂方差通常很大而功率很小。

（16）为了解决上述问题的另一点，本发明提供（12）项到（15）项中任何之一的图像形成装置，它其特征在于动态是速度。

在这一点上，本发明能够产生去除杂波的速度图像。

（17）为了解决上述问题的另一点，本发明提供（12）项到（15）项中任何之一的图像形成装置，它其特征在于动态是速度方差。

在这一点上，本发明能够产生去除杂波的速度图像。

（18）为了解决上述问题的另一点，本发明提供（12）项到（15）项中任何之一的图像形成装置，它其特征在于动态是速度和方差的结合。

在这一点上，本发明能够产生去除杂波的速度/方差结合图像。

（19）为了解决上述问题的另一点，本发明提供（12）项到（15）项中任何之一的图像形成装置，它其特征在于动态是具有多普勒变换的信号功率。

在这一点上，本发明能够产生去除杂波的功率图像。

（20）为了解决上述问题的另一点，本发明提供（13）项到（16）项中任何之一的图像形成装置，它其特征在于动态是具有多普勒变换的信号功率，与速度方差的结合。

在这一点上，本发明能够产生去除杂波的功率/方差结合图像。

（21）为了解决上述问题的另一点，本发明提供图像形成装置，它根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，并且其特征在于包括：方差计算装置，它根据多普勒变换，估算回波源的速度方差；和图像形成装置，它根据信号形成图像，其中信号作为方差的函数给出。

在这一点上，本发明被设计，使图像形成装置根据信号形成图像，其中信

号作为方差的函数给出，结果能够防止杂波成分在图像中出现，其中杂波成分方差通常很小。还能够增强谐波强反差作用剂的动态图像，其中谐波强反差作用剂方差通常很大。

（22）为了解决上述问题的另一点，本发明提供图像形成装置，它根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，并且其特征在于包括：方差计算装置，它根据多普勒变换，估算回波源的速度方差；功率计算装置，它估算具有多普勒变换的信号功率；和图像形成装置，它根据信号形成图像，其中信号作为方差和功率的函数给出。

在这一点上，本发明被设计，使图像形成装置根据信号形成图像，其中信号作为方差和功率的函数给出，结果能够防止杂波成分在图像中出现，其中杂波成分方差通常很小而功率很大。还能够增强谐波强反差作用剂的动态图像，其中谐波强反差作用剂方差通常很大而功率很小。

（23）为了解决上述问题的另一点，本发明提供超声成像装置，它传输超声波，接收其回波，并且根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，并且其特征在于包括：方差计算装置，它根据多普勒变换，估算回波源的速度方差；和信号强度调整装置，它依靠方差值调整图像的信号强度。

在这一点上，本发明被设计，使信号强度调整装置依靠回波源的速度方差值，调整图像的信号强度，结果能够防止杂波成分在图像中出现，其中杂波成分方差通常很小。还能够增强谐波强反差作用剂的动态图像，其中谐波强反差作用剂方差通常很大。

（24）为了解决上述问题的另一点，本发明提供超声成像装置，它传输超声波，接收其回波，并且根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，并且其特征在于包括：方差计算装置，它根据多普勒变换，估算回波源的速度方差；和信号强度调整装置，当方差小于预定值时，它使图像的信号强度最小化。

在这一点上，本发明被设计，当方差小于预定值时，信号强度调整装置使图像的信号强度最小化，结果能够防止杂波成分在图像中出现，其中杂波成分方差通常很小。

（25）为了解决上述问题的另一点，本发明提供超声成像装置，它传输超

声波，接收其回波，并且根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，并且其特征在于包括：方差计算装置，它根据多普勒变换，估算回波源的速度方差；和信号强度调整装置，它将增益放大到所述图像的信号强度，其中增益作为方差的函数给出。

在这一点上，本发明被设计，使信号强度调整装置将增益放大到所述图像的信号强度，其中增益作为方差的函数给出，结果能够防止杂波成分在图像中出现，其中杂波成分方差通常很小。还能够增强谐波强反差作用剂的动态图像，谐波强反差作用剂方差通常很大。

（26）为了解决上述问题的另一点，本发明提供超声成像装置，它传输超声波，接收其回波，并且根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，并且其特征在于包括：方差计算装置，它根据多普勒变换，估算回波源的速度方差；功率计算装置，它估算具有多普勒变换的信号功率；和信号强度调整装置，它将增益放大到所述图像的信号强度，其中增益作为方差和功率的函数给出。

在这一点上，本发明被设计，使信号强度调整装置将增益放大到所述图像的信号强度，其中增益作为方差和功率的函数给出，结果能够防止杂波成分在图像中出现，其中杂波成分方差通常很小而功率很大。还能够增强谐波强反差作用剂的动态图像，谐波强反差作用剂方差通常很大而功率很小。

（27）为了解决上述问题的另一点，本发明提供（23）项到（26）项中任何之一的超声成像装置，其特征在于动态是速度。

在这一点上，本发明能够产生去除杂波的速度图像。

（28）为了解决上述问题的另一点，本发明提供（23）项到（26）项中任何之一的超声成像装置，它其特征在于动态是速度方差。

在这一点上，本发明能够产生去除杂波的方差图像。

（29）为了解决上述问题的另一点，本发明提供（23）项到（26）项中任何之一的超声成像装置，它其特征在于动态是速度与方差的结合。

在这一点上，本发明能够产生去除杂波的速度/方差结合图像。

（30）为了解决上述问题的另一点，本发明提供（23）项到（26）项中任何之一的超声成像装置，它其特征在于动态是具有多普勒变换的信号功率。

在这一点上，本发明能够产生去除杂波的功率图像。

（31）为了解决上述问题的另一点，本发明提供（23）项到（26）项中任何之一的超声成像装置，它其特征在于动态是具有多普勒变换的信号功率，与速度方差的结合。

在这一点上，本发明能够产生去除杂波的功率/方差结合图像。

（32）为了解决上述问题的另一点，本发明提供超声成像装置，它传输超声波，接收其回波，并且根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，并且其特征在于包括：方差计算装置，它根据多普勒变换，估算回波源的速度方差；和图像形成信装置，它根据信号形成图像，其中信号作为方差的函数给出。

在这一点上，本发明被设计，使图像形成装置根据信号形成图像，其中信号作为方差的函数给出，结果能够防止杂波成分在图像中出现，其中杂波成分方差通常很小。还能够增强谐波强反差作用剂的动态图像，其中谐波强反差作用剂方差通常很大。

（33）为了解决上述问题的另一点，本发明提供超成成像装置，它传输超声波，接收其回波，并且根据超声回波的多普勒变换，形成指示回波源动态的图像，其中回波源包括谐波强反差作用剂，并且其特征在于包括：方差计算装置，它根据多普勒变换，估算回波源的速度方差；功率计算装置，它估算具有多普勒变换的信号功率；和图像形成装置，它根据信号形成图像，其中信号作为方差和功率的函数给出。

在这一点上，本发明被设计，使图像形成装置根据信号形成图像，其中信号作为方差和功率的函数给出，结果能够防止杂波成分在图像中出现，其中杂波成分方差通常很小而功率很大。还能够增强谐波强反差作用剂的动态图像，其中谐波强反差作用剂方差通常很大而功率很小。

由此，本发明可以实现图像形成方法和装置，能够产生无杂波动态图像，和装备有图像形成装置的超声成像装置。

如在所附发明中所说明的，从后面本发明优选实施例的描述中，本发明进一步的目标和优点将变得更加明显。

图 1 是装置的方块图，它是本发明实施例的例子。

图 2 是图 1 显示的装置中传输/接收部分的方块图。

图 3 是通过图 1 显示的装置进行声束扫描的示意图。

图 4 是通过图 1 显示的装置进行声束扫描的示意图。

图 5 是通过图 1 显示的装置进行声束扫描的示意图。

图 6 是图 1 显示的装置中 B 模式处理部分的方块图。

图 7 是图 1 显示的装置中多普勒处理部分的方块图。

图 8 是图 1 显示的装置中多普勒处理部分的局部方块图。

图 9 是图 8 显示的装置中显示增益调节特性的图。

图 10 是图 8 显示的装置中显示增益调节特性的图。

图 11 是图 1 显示的装置中多普勒处理部分的局部方块图。

图 12 是图 11 显示的装置中显示增益调节特性的图。

图 13 是图 1 显示的装置中图像处理部分的方块图。

本发明的实施例将参考图示具体解释。图 1 通过方块图显示了超声成像装置，它是本发明实施例的例子。这个装置的安排显示了本发明装置的实施例的例子。这个装置的操作显示了本发明方法的实施例的例子。

如图 1 所示，这个所述装置包括超声探针 2。这个超声探针 2 包括一个由若干超声传感器形成的阵列（未画出）。每个超声传感器由压电材料，例如 PZT（titanium（Ti） acid zirconium（Zr）acid，即钛酸锆酸）陶瓷形成。

超声探针 2 由操作者使用来接触被测对象 4，被测对象 4 通过静脉注射或相似，被预先注入超声强反差作用剂 42。谐波强反差作用剂用作超声强反差作用剂 42。

超声探针 2 连接到传输/接收部分 6 上。传输/接收部分 6 将驱动信号提供给超声探针 2，然后它传输超声波。传输/接收部分 6 得到回波信号，其中回波信号通过超声探针 2 接收。

图 2 通过方块图显示了传输/接收部分 6。如图所示，传输/接收部分 6 包括传输计时发生单元 602。传输计时发生单元 602 周期性地产生传输计时信号，并且将信号输入传输束形成器 604。传输计时信号通过控制部分 18 控制它的周期，控制部分 18 将在后面解释。

传输束形成器 604 完成用于传输的束形成，传输束形成器 604 根据传输计时信号产生束形成信号，用于产生前面描述方位的超声束。束形成信号包括几个具有时间差的驱动信号，其中时间差相应于方位。束形成由控制部分 18 控制，控制部分 18 将在后面解释。传输束形成器 604 将传输束形成信号输入到

传输/接收转换单元606。

传输/接收转换单元 606 将束形成信号输入超声传感器阵列。组成传输孔的超声传感器，产生具有相位差的超声波，其中相位差相应于驱动信号的时间差。根据这些超声波组成的波前，产生沿适当方位线的超声束。

传输/接收转换单元606连接到接收束形成器610上。传输/接收转换单元606将回波信号输入到接收束形成器 610，其中回波信号由超声传感器阵列的接收孔接收。接收束形成器 610 相应于传输声束，完成用于接收的束形成，接收束形成器 610 产生接收到的回波中的时间差，来调整它们的相位，然后将所有回波之和沿适当方位的声束形成回波接收信号。

在相应于传输计时信号的适当时间间隔，超声束的传输重复地发生，其中传输计时信号由传输计时发生单元602产生。与束传播同步，传输束形成器604和接收束传播形成器 610，在适当步骤交替声束的方位。结果，声束连续扫描被测对象 4 的内部。例如具有这个安排的传输/接收部分 6，如图 3 所示执行扫描。特别地，它沿着声束 202 的 θ 方向扫描二维扇形区 206，其中声束 202 在 z 方向上从放射点 200 预定，由此执行所谓的扇形扫描。

在传输和接收孔形成作为超声传感器阵列的一部分的情况下，例如孔沿着阵列连续移动，由此如图 4 显示实现扫描。特别地，在 z 方向上从放射点 200 预定的声束202，沿着直线的轨迹204移动，而在x方向上扫描二维矩形区206，由此执行所谓的线性扫描。

在超声传感器阵列是所谓的凸阵列的情况下，其中超声传感器阵列沿圆弧安排，而圆弧向超声传输方向突出，例如明显能够根据与线性扫描相似的声束扫描，而通过沿着圆弧轨迹 204 移动声束 202 的放射点 200，从而沿着 θ 方向扫描二维扇形区206，如图5所示。

传输/接收部分 6 连接到 B 模式处理部分 10 和多普勒处理部分 12 上。由传输/接收部分 6 释放的每个声束的回波接收信号，输入到 B 模式处理部分 10 和多普勒处理部分 12 中。

B 模式处理部分 10 用于产生 B 模式图像数据。如图 6 所示，B 模式处理部分 10 包括对数放大单元 102 和包络检测单元 104。B 模式处理部分 10 用它的对数放大单元102，完成回波接收信号的对数放大，而用它的包络检测单元104，完成放大信号的包络检测，由此在回波束，即 A 型信号上的每个反射点，产生

指示回波强度的信号，并且通过 A 型信号振幅的取样作为光强度值，而产生 B 模式图像数据。

多普勒处理部分 12 用于产生多普勒图像数据。多普勒图像数据包括流速数据、方差数据和功率数据，它们将在后面解释。

如图 7 所示，多普勒处理部分 12 具有正交检测单元 120、MTI（Moving Target Identification，即移动目标识别）滤波器 122、自相关计算单元 124、平均流速计算单元 126、方差计算单元 128 和功率计算单元 130。

多普勒处理部分 12 用正交检测单元 120，完成回波接收信号的正交检测，并且用 MTI 滤波器 122 完成 MTI 处理，来估算回波信号的多普勒变换。它进一步用自相关计算单元 124，完成 MTI 滤波器 122 输出信号的自相关计算；用它的流速计算单元 126，从自相关结果中估算流速 V 的平均值；用方差计算单元 128，从自相关计算结果中估算流速的方差 T，并且用功率计算单元 130，从自相关结果中估算多普勒信号的功率 PW。流速的平均值被简单地称作流速，流速的方差被简单地称作方差，而多普勒信号的功率被简单地称作功率。

方差计算单元 128 是本发明的方差计算装置实施例的例子。功率计算单元 130 是本发明的功率计算装置实施例的例子。

多普勒处理单元 12 产生每个声束的数据，指示移动的回波源在被测对象 4 中的流速 V、方差 T 和功率 PW。数据指示声束上每个象素的流速、方差和功率。流速代表声束方向的部分，使方向朝向或远离识别的超声探针 2。

如图 8 所示，多普勒处理部分 12 进一步包括可变增益单元 132。可变增益单元 132 将可变增益放大到流速 V、方差 T 和功率 PW，并且将结果流速 V`、方差 T`和功率 PW`传送到下一级。

可变增益单元 132 通过增益调整单元 134 将它的增益调整。增益调整单元 134 接收方差 T 作为输入信号，增益调整单元 134 相应于输入信号值，调整可变增益单元 132 的增益。可变增益单元 132 和增益调整单元 134 组成的部分，是本发明的信号强度调整单元实施例的例子。

例如由增益调整单元 134 对可变增益单元 132 的增益进行的调整，各自依靠方差大于还是小于适当的阈值 TH，而具有增益 1 和增益 0，如图 9 所示。

结果，当方差超过阈值 TH 时，增益 1 应用于流速 V、方差 T 和功率 PW，并且可变增益单元 132 的输入信号完整无缺地发送到下一级。另外，当方差小

于阈值 TH 时，增益 0 应用于输入信号，并且发送到下一级的信号全部被清零。对每个象素执行这个增益调整。

阈值 TH 依靠方差值确定，其中方差值由谐波强反差作用剂的 LOC 现象产生。确定的阈值 TH 足以大于移动身体组织的速度方差。由此，根据上述上述增益调整单元 132 的增益调整，由身体组织移动产生的明显的流速、方差和功率，不被发送到下一级。也就是，防止杂波的信号同时被发送到下一级。

方差大于阈值 TH 的区，可以给予大于 1 的增益，使指示谐波强反差作用剂动态的流速 V、方差 T 和功率 PW 被增强。

如图 10 所示，除了上面描述的双能级方式，通过增益调整单元 134 的增益调整，可以继续作为方差的函数。特别地，增益调整单元 134 对方差小于阈值 TH1 的区提供增益 0，对方差大于阈值 TH2 的区提供增益 1，并且对于阈值 TH1 与 TH2 之间的方差值，连续地从 0 到 1 改变增益。

阈值 TH1 被确定为稍大于杂波的方差。阈值 TH2 被确定为稍小于谐波强反差作用剂的方差。根据这个增益调整方案，能够将例如血流部分的信号增益放大，其中信号发送到下一级，增益依靠方差值，而血流不包括谐波强反差作用剂。

除了调整的流速 V`、方差 T`和功率 PW`，具有图 9 或图 10 显示特点的增益调整单元 134 的增益值 G，变为到下一级的输入信号。对每个声束的每个象素产生增益值 G。增益值 G 包括在多普勒图像数据中。增益值 G 是本发明的信号实施例的例子，其中信号作为方差的函数给出。

如图 11 所示，增益调整单元 134 可以被设计，来接收功率 PW 作为另一个输入信号，使它以方差和增益的函数的方式，调整可变增益单元 132 的增益。

在这种情况下，等于或小于阈值 TH2 的区，使它的增益与功率成反比增加。根据这个调整方案，变得能够对杂波产生足够小的增益，其中杂波方差通常很小而功率很大，而将适当的增益放大到血流中获得的信号，其中血流不包含谐波强反差作用剂，并且将结果信号发送到下一级。

阈值从 TH1 到 TH2 的区可以被给予适当的增益。阈值 TH2 以上的区可以被给予大于 1 的增益，使指示谐波强反差作用剂动态的流速 V、方差 T 和功率 PW 被增强。

除了调整的流速 V`、方差 T`和功率 PW`，具有图 12 显示特点的增益调整

单元 134 的增益值 G，变为到下一级的输入信号。对每个声束的每个象素产生增益值 G。增益值 G 包括在多普勒图像数据中。增益值 G 是本发明的信号实施例的例子，其中信号作为方差和功率的函数给出。

B 模式处理部分 10 和多普勒处理部分 12 连接到图像处理部分 14 上。图像处理部分 14 根据 B 模式处理部分 10 和多普勒处理部分 12 各自提供的数据，形成 B 模式图像和多普勒图像。图像处理部分 14 是本发明的图像形成装置实施例的例子。

如图 13 所示，图像处理部分 14 包括输入数据存储器 142、数字扫描转换器 144、图像存储器 146 和处理器 148，它们通过总线 140 连接。

由 B 模式处理部分 10 和多普勒处理部分 12，对每个声束提供的 B 模式图像数据和多普勒图像数据，存储在输入数据存储器 142 中。输入数据存储器 142 中的数据，被数字扫描转换器 144 进行扫描转换，并且被存储在图像存储器 146 中。处理器 148 对输入数据存储器 142 和图像存储器 146 中的数据完成适当的处理。

图像处理部分 14 连接有显示部分 16。显示部分 16 从图像处理部分 14 接收图像信号，使它根据信号显示图像。显示部分 16 是图形显示单元，它能够显示彩色图像。

前面的传输/接收部分 6、B 模式处理部分 10、多普勒处理部分 12、图像处理部分 14 和显示部分 16 连接有控制部分 18。控制部分 18 通过对这些部分提供控制信号来控制它们。控制部分 18 使各种信息信号从受控部分输入。在控制部分 18 的控制下，发生 B 模式操作和多普勒模式操作。

控制部分 18 连接有操作部分 20。操作者将命令和信息输入控制部分 18，而使操作部分 20 被操作。操作部分 20 是操作面板，它装备有键盘、指示器设备和其它操作设备。

下面将解释这个装置的操作。操作者使超声探针 2 接触被测对象 4 的预定部分，并且使操作部分 20 执行成像操作，成像操作包括例如 B 模式和多普勒模式。在控制部分 18 的控制下，B 模式成像和多普勒模式成像基于时间段发生。特别地，例如，用于 B 模式和多普勒模式的扫描以这样的比例发生，适当的每几个多普勒模式扫描后，进行一个 B 模式扫描。

在 B 模式中，传输/接收部分 6 在超声探针 2 上操作，来扫描被测对象 4 的

内部，并且接收每个声束的回波。B 模式处理部分 10 用它的对数放大单元 102，将传输/接收部分 6 提供的回波接收信号放大，并且用它的包络检测单元 104 完成包络检测，来产生 A 型信号，由此根据信号，对每个声束产生 B 模式数据。

图像处理部分 14 将每个声束的 B 模式数据，存储在输入数据存储器 142 中。结果，用于 B 模式图像数据的声束数据空间，形成在输入数据存储器 142 中。

在多普勒模式中，传输/接收部分 6 在超声探针 2 上操作，来扫描被测对象 4 的内部，并且接收每个声束的回波。在这种操作中，对每个声束发生几次超声波传输和接收。

多普勒处理部分 12 用它的正交检测单元 120，对回波接收信号完成正交检测；用它的 MTI 滤波器 122 完成 MTI 处理；并且用它的自相关计算单元 124 估算自相关。它进一步用它的流速计算单元 126，从自相关结果中估算流速 V；用它的方差计算单元 128 估算方差 T；并且用它的功率计算单元 130 估算功率 PW。这些计算的值变成数据，来指示每个象素的每个回波源和每个声束的流速、方差和功率。

这些数据通过输入可变增益单元 132，产生流速 V`，方差 T`和功率 PW`，可变增益单元 132 还提供增益值 G。流速 V`，方差 T`、功率 PW`和增益值 G`，被输入图像处理部分 14 作为多普勒图像数据。

图像处理部分 14 将每个象素和每个声束的多普勒数据，存储在输入数据存储器 142 中，其中每个象素和每个声束的多普勒数据由多普勒图像处理部分 12 提供。结果，每个多普勒图像数据的声束数据空间，形成在输入数据存储器 142 中。

处理器 148 用它的数据扫描转换器 144，完成 B 模式图像数据和多普勒模式图像数据的扫描转换，其中 B 模式图像数据和多普勒模式图像数据在输入数据存储器 142 中，并且将结果数据写入图像存储器 146 中。

在这种情况下，多普勒图像数据被表示为流速分布图像数据，这是流速 V`与方差 T`的结合；具有方差的功率多普勒图像数据，这是使用功率 PW`或功率 PW`与方差 T`结合的的多普勒图像数据；使用方差 T`的方差图像数据；和使用增益值 G 的增益图像数据。

处理器 148 将 B 模式图像数据和每个多普勒图像数据写入分离的区域。显

示部分 16 显示图像，图像根据 B 模式图像数据和每个多普勒图像数据。

B 模式图像数据变成身体组织在声束扫描能级上的层析图像。在彩色多普勒图像中，流速分布图像变成指示回波源二维流速分布的图像。这个图像对不同的流向具有不同的颜色，对不同的流速具有不同的光强度，并且增强适当的颜色，由此对不同的方差改变显示色彩的纯度。

功率多普勒图像变成指示多普勒信号功率二维分布的图像。这个图像反映了运动回波源的出现。在图像的显示颜色中，光强度相应于功率。通过方差与之结合，适当的颜色被增强，由此对不同的方差改变显示颜色的纯度。

方差图像变成指示方差值二维分布的图像。这个图像还反映了运动回波源的出现。显示颜色的光强度相应于方差值。

增益图像变成指示象素增益二维分布的图像。它还反映了运动回波源的出现。显示颜色的光强度相应于增益的值。在使用图 9 中显示的增益特点的情况下，运动回波源的出现以双能级图像的方式反映。在使用图 10 或图 11 中显示的增益特点的情况下，回波源以饱和调色图像的方式显示。

如图 9、图 10 或图 12 所示，根据增益调整，通过去除杂波，并且增强用于谐波强反差作用剂 42 的图像，来显示每个彩色多普勒图像。结果，观察者可以知道被测对象 4 中掺杂谐波强反差作用剂 42 的状态。

在强反差作用剂注射的早期阶段，观察者可以知道掺杂部分中动脉血流的出现。例如在强反差作用剂注射的中期阶段，观察者可以知道掺杂部分中 pylic 血流的出现。在强反差作用剂注射的后期阶段，观察者可以知道掺杂部分中静脉血流的出现。

通过在显示部分 16 上，以 B 模式图像上的重叠方式显示的这些图像，能够观察到彩色多普勒图像，其中彩色多普勒图像清楚地反映了身体组织的位置关系。

根据上述说明可以构成本发明的很多不同的实施例，它们均未从本发明的思想和范围中分离出来，并且除了所附权利要求书中定义的，本发明不限于在说明书内描述的特定实施例。

说 明 书 附 图

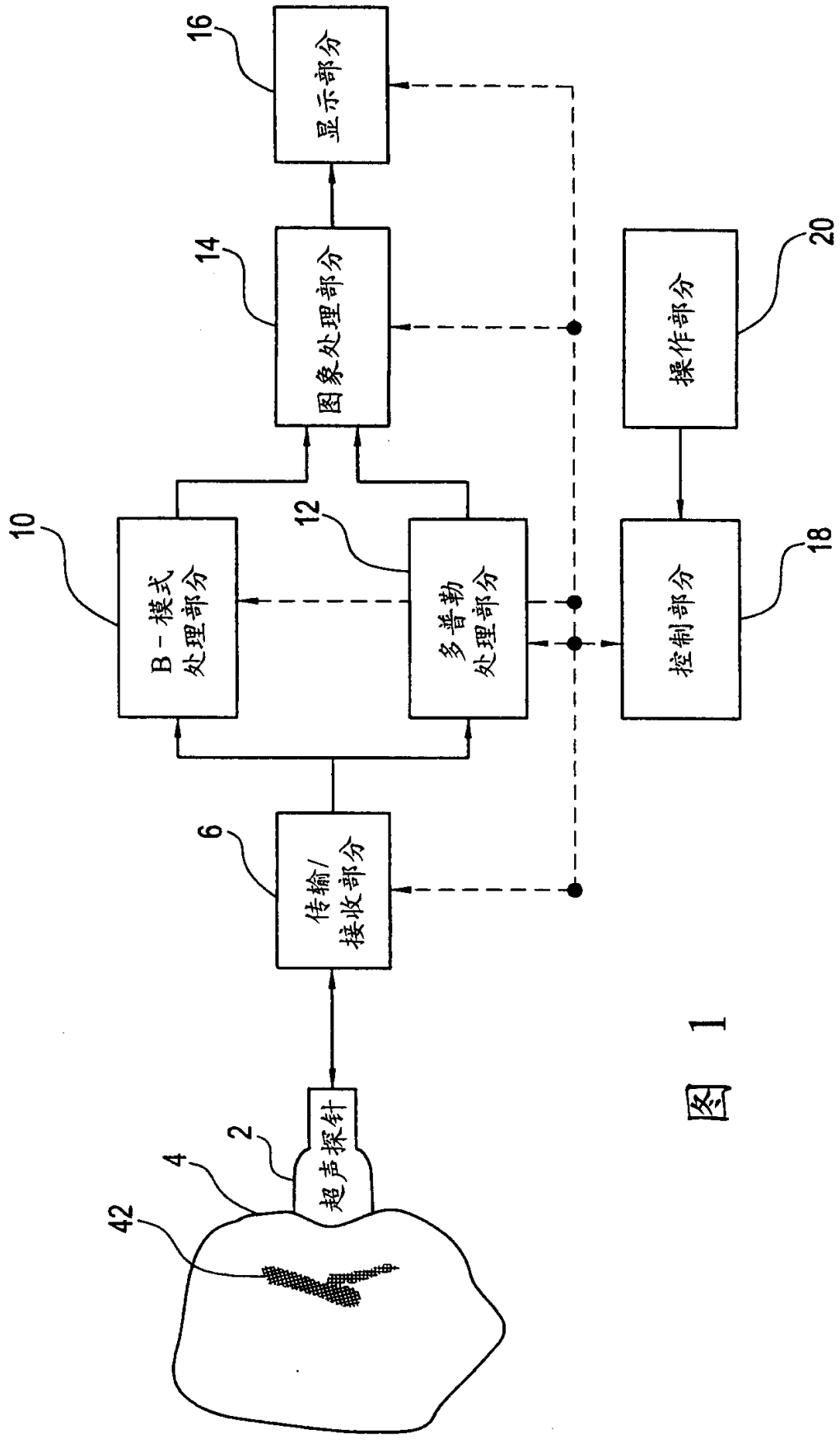

16
显示部分
14
图象处理部分
20
操作部分
10
B－模式
处理部分
12
多普勒
处理部分
18
控制部分
6
传输/
接收部分
超声探针
2
4
42

图 1

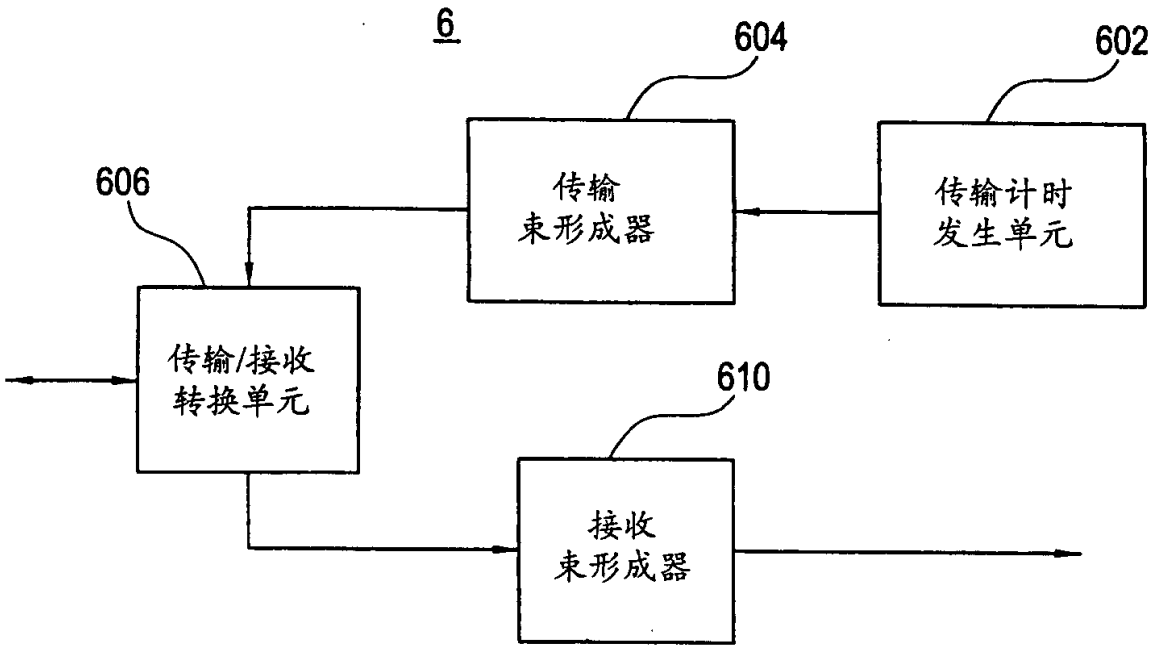

6
604
602
606
传输
束形成器
传输计时
发生单元
传输/接收
转换单元
610
接收
束形成器

图 2

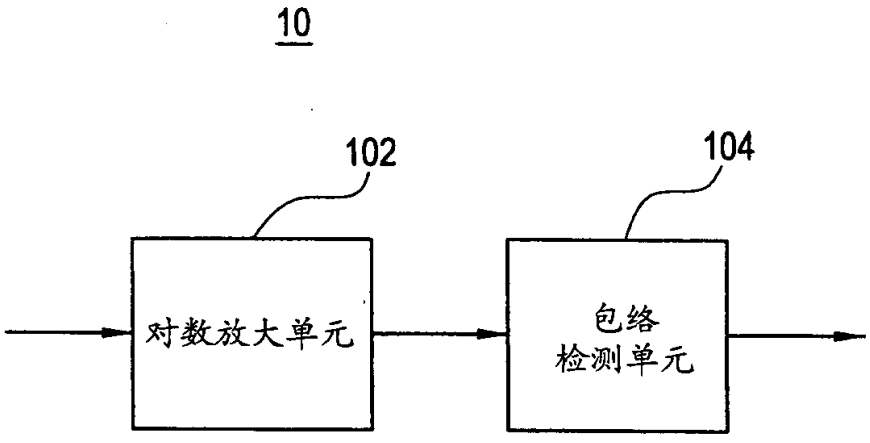

10
102
104
对数放大单元
包络
检测单元

图 6

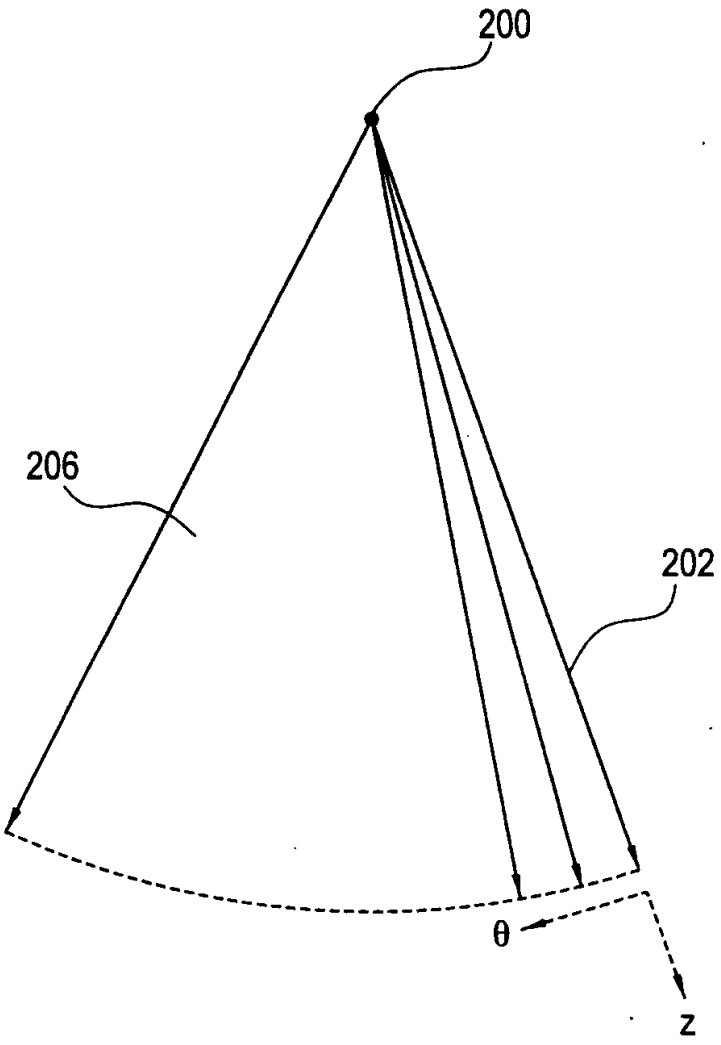


图 3

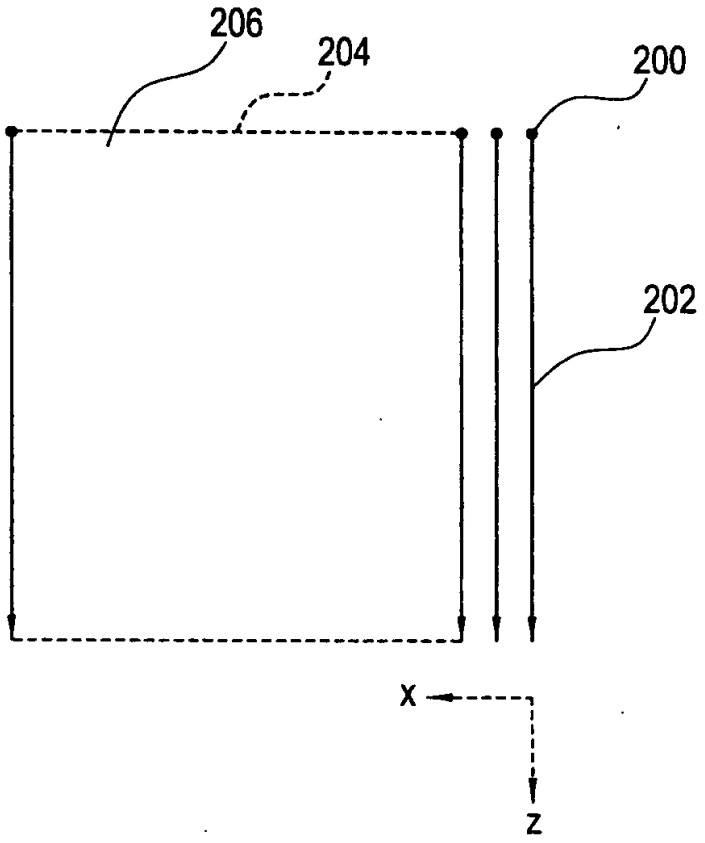


图 4

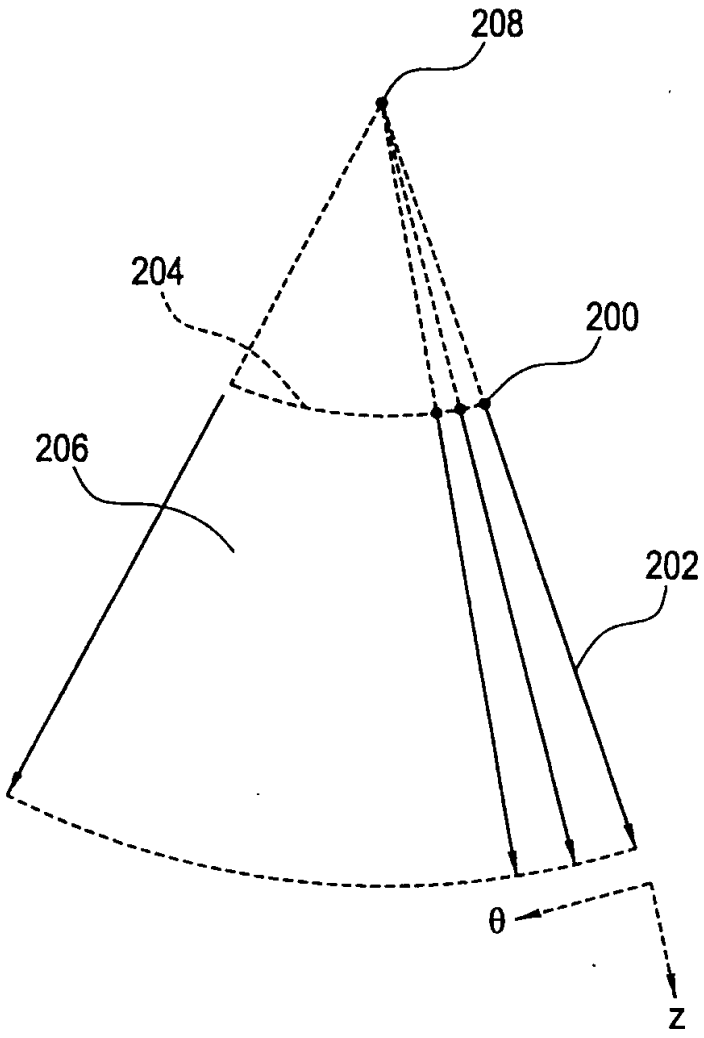


图 5

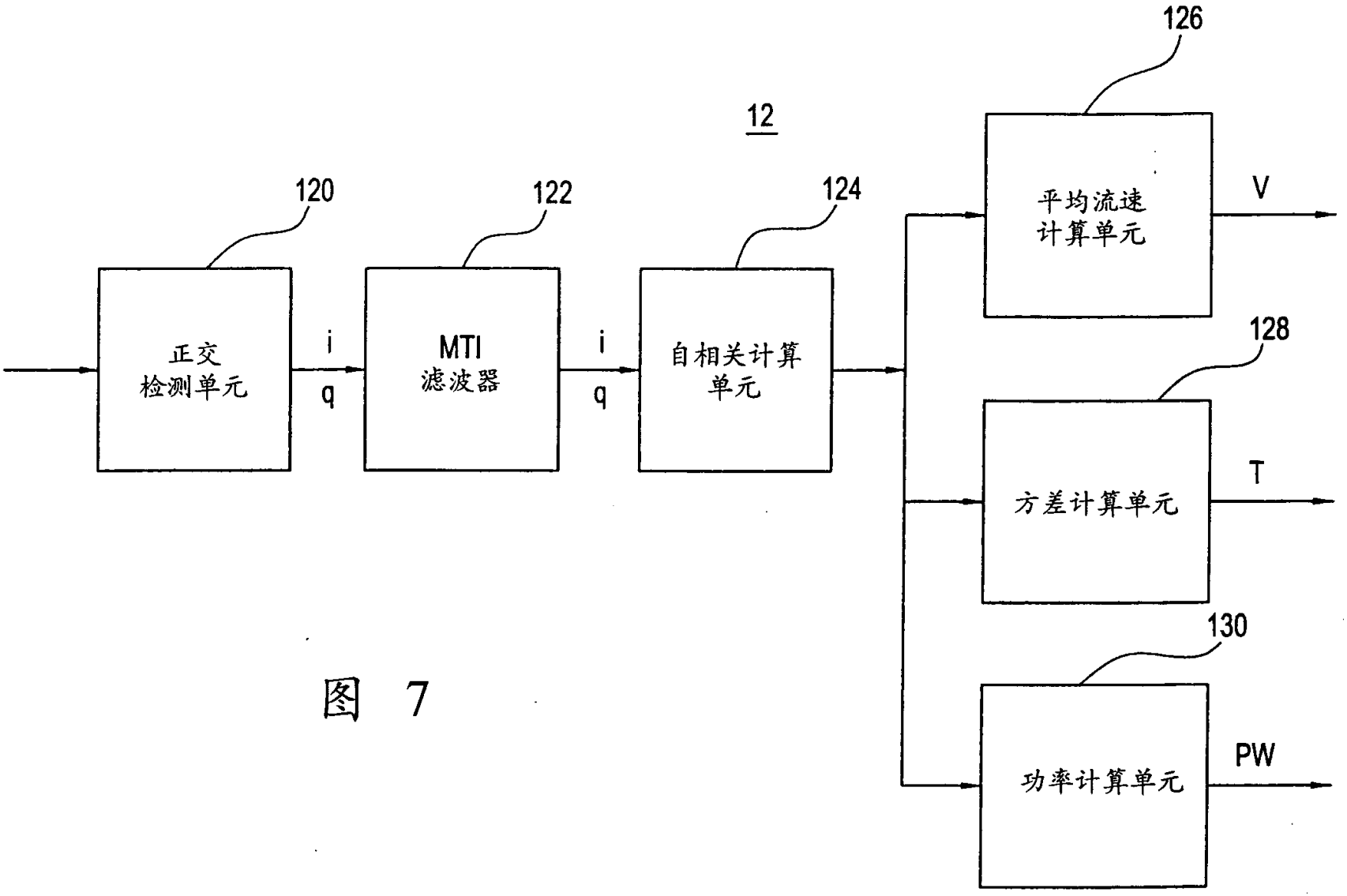

12
120
122
124
126
128
130
正交
检测单元
i
q
MTI
滤波器
i
q
自相关计算
单元
平均流速
计算单元
V
方差计算单元
T
功率计算单元
PW

图 7

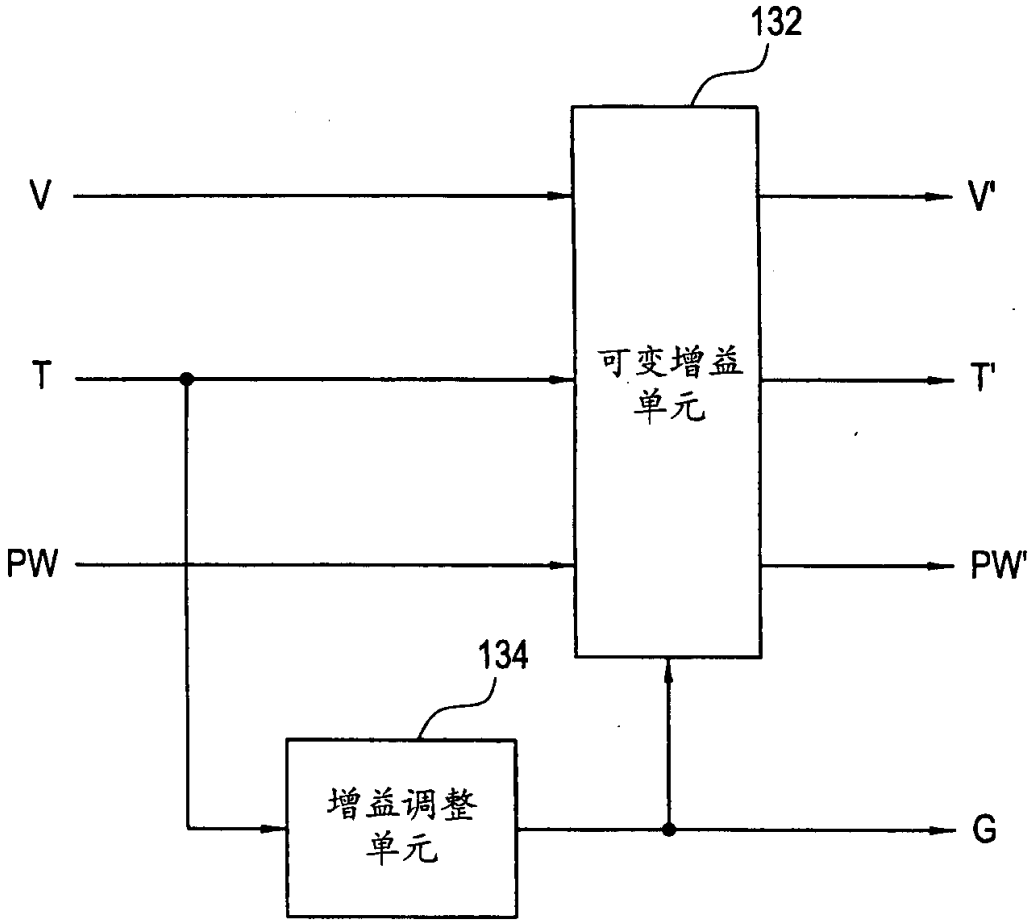


图 8

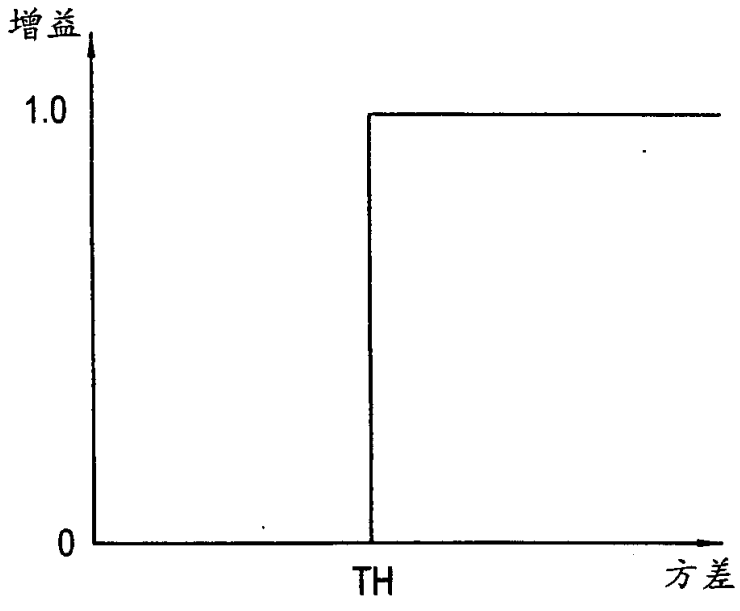


图 9

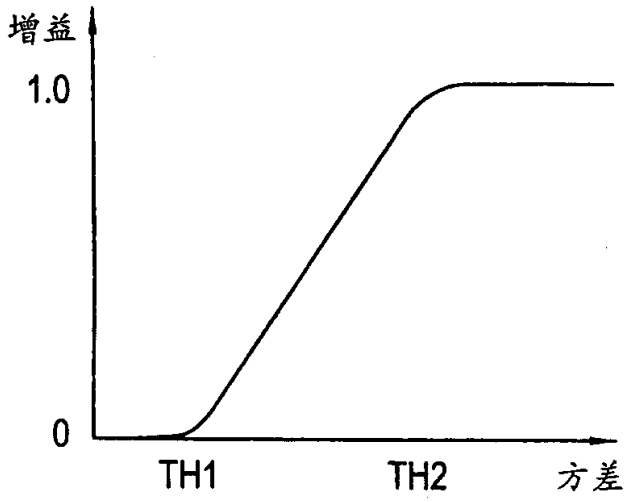


图 10

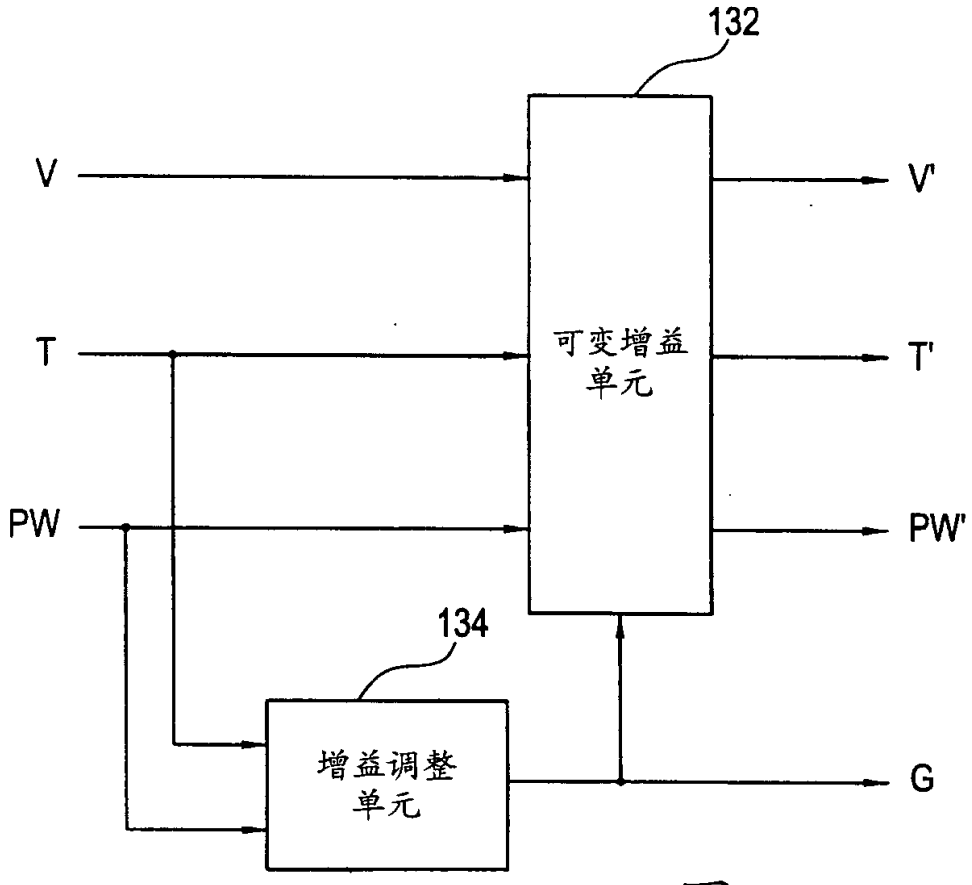


图 11

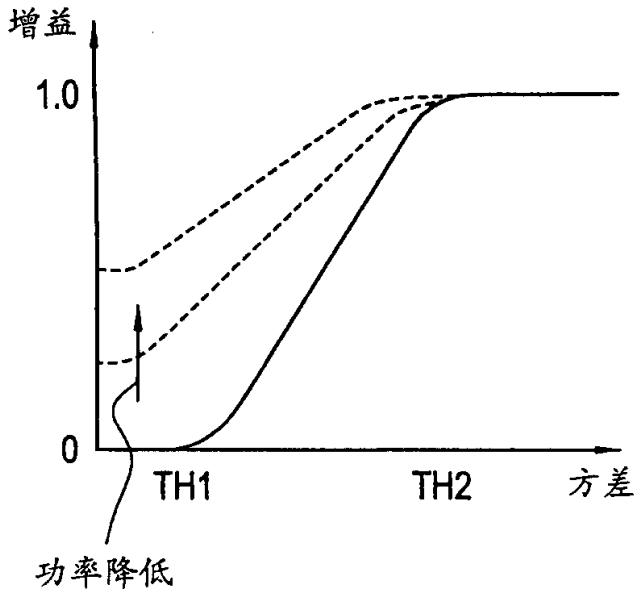

增益
1.0
0
TH1
TH2
方差
功率降低

图 12

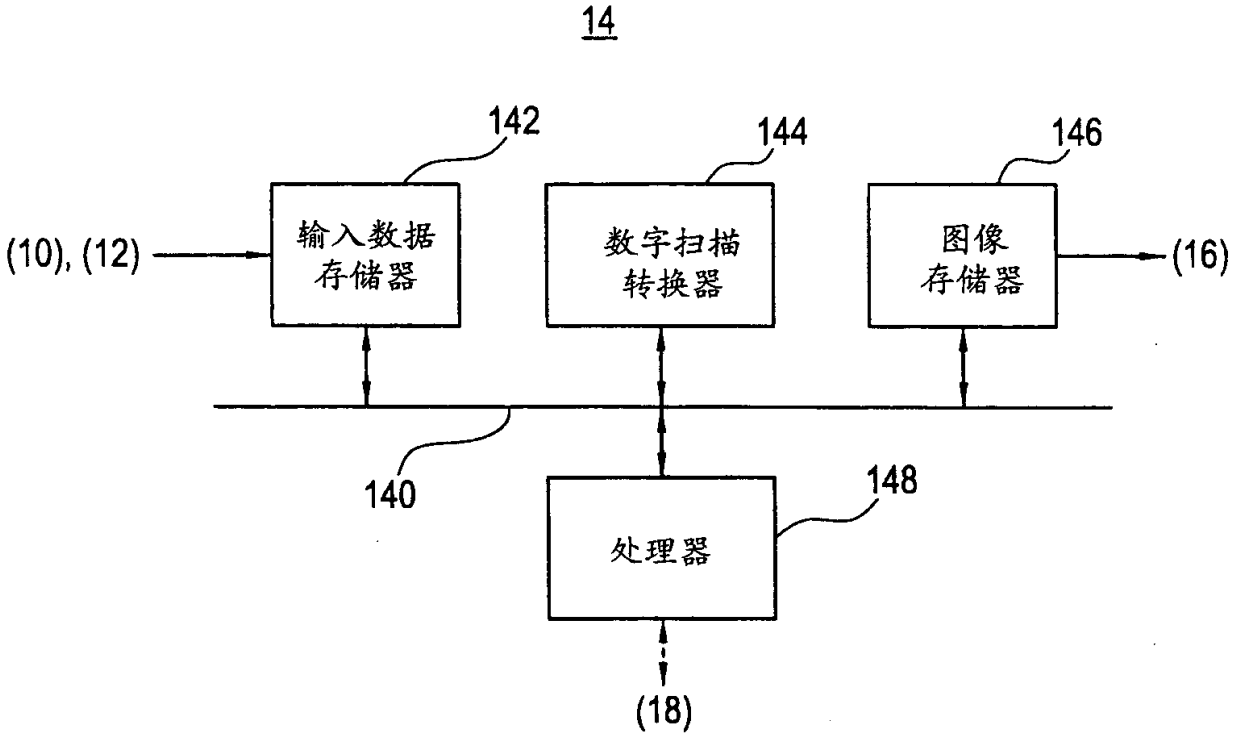

14
142
144
146
(10), (12)
输入数据
存储器
数字扫描
转换器
图像
存储器
(16)
140
148
处理器
(18)

图 13