

(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2007-289588

(P2007-289588A)

(43) 公開日 平成19年11月8日(2007.11.8)

(51) Int. Cl.

A61B 8/06 (2006.01)

F I

A61B 8/06

テーマコード(参考)

4C601

審査請求 未請求 請求項の数 6 書面 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2006-142040 (P2006-142040)  
(22) 出願日 平成18年4月21日(2006.4.21)(71) 出願人 503224909  
山家 智之  
宮城県仙台市太白区金剛沢1-4-30  
(72) 発明者 山家 智之  
宮城県仙台市太白区金剛沢1-4-30  
(72) 発明者 新田 能郎  
宮城県仙台市青葉区星陵町1-1  
(72) 発明者 西條 芳文  
宮城県仙台市青葉区星陵町4-1  
(72) 発明者 白石 泰之  
宮城県仙台市青葉区星陵町4-1  
(72) 発明者 田林 暁一  
宮城県仙台市青葉区星陵町1-1  
(72) 発明者 田中 元直  
宮城県仙台市青葉区星陵町1-1

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バイパスグラフト評価のための超音波血流診断装置。

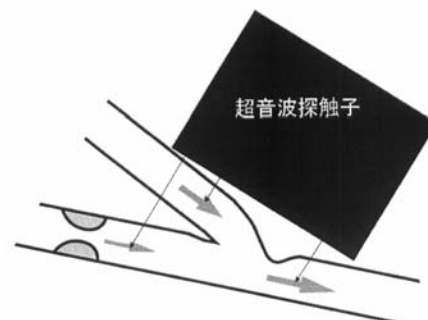
## (57) 【要約】

【課題】 血管バイパス術中に、吻合部の解剖学的、流体力学的な病態を正確に定量的に簡便に診断できる超音波血流診断装置を提供する。

【解決手段】 動脈硬化などにより狭窄や閉塞が生じた血管に対して行われるバイパス手術において、バイパス血管(グラフト)に超音波探触子を接触させて、マルチポイントドップラ法により吻合部の流体力学的な狭窄度を計算し、また超音波断層法などにより、吻合部に生じた狭窄を解剖学的に定量評価することで、吻合の正確性を手術中に定量的に診断し、手術成績を向上させることができる。

【選択図】 図1

本発明の実施の形態による超音波グラフト血流診断装置の概念図である。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

動脈硬化で狭窄、及び閉塞した血管に対して行われるバイパス手術において、超音波探触子を接触させて、吻合の狭窄度を定量的に診断し、手術成績を向上させることができることを特徴とする超音波血流診断装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波血流診断装置において、冠動脈バイパス術、脳動脈バイパス術、末梢血管バイパス術などにおいて、バイパスグラフト吻合部に、超音波探触子を接触させ、超音波断層法などにより、血管内腔を定量的に描出させることにより、吻合部に生じた狭窄の程度を定量評価できることを特徴とする超音波血流診断装置。

10

## 【請求項 3】

請求項 1、2 に記載の超音波血流診断装置において、バイパス手術において、吻合部に超音波探触子を接触させ、マルチポイントドプラ法などにより、吻合部の前後およびバイパスグラフトの血流速度を評価し、流速の変化などから吻合部の流体力学的な狭窄度を計算し、バイパスグラフトの機能評価を行うことができることを特徴とする超音波血流診断装置。

## 【請求項 4】

請求項 1、2、3 に記載の超音波血流診断装置において、脳動脈バイパス手術時において、脳の動脈のバイパスしたグラフトの吻合の後に、吻合部に超音波探触子を、超音波ゼリーなどを介して接触させ、吻合の正確性を診断し、手術成績を向上させることができることを特徴とする超音波血流診断装置。

20

## 【請求項 5】

請求項 1、2、3、4 に記載の超音波血流診断装置において、末梢動脈バイパス手術時などにおいて、末梢動脈のバイパスしたグラフトの吻合の後に、吻合部に超音波探触子を、超音波ゼリーなどを介して接触させ、吻合の正確性を診断し、手術成績を向上させることができることを特徴とする超音波血流診断装置。

## 【請求項 6】

請求項 1～5 に記載の超音波血流診断装置において、冠動脈、脳動脈、末梢動脈のバイパス手術の術後などにおいて、体表面から、吻合部に超音波を照射し、バイパス手術の良否の定量診断を行うことができることを特徴とする超音波血流診断装置。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、血管バイパス手術時等において用いるバイパスグラフト評価のための超音波血流診断装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、バイパスグラフトの評価法としては、電磁血流計や超音波血流計を手術中にバイパス血管に装着し、血流を評価することにより、バイパス吻合部の血流を間接的に評価する方法が用いられてきた。このような技術は、例えば特許文献 1 (2003-070758) などに開示されている。特許文献 1 には、超音波ドプラを用いて血流速度からバイパス血流量を推定する方法論が記載されている。しかし、この特許文献 1 の方法では、1 チャンネルの情報に過ぎないので、末梢の狭窄度のみを間接的に推定する方法でしかないという欠点がある。

40

また、蛍光色素を用いる方法が行われており、この手法は非特許文献 2 に開示されている。この手法は、2 次元画像で血管狭窄度を評価するものであるが、原理的に狭窄の評価は一方向からの観察では不十分である点、および色素の拡散により複数回の評価が困難である点、色素に対するアレルギー反応による死亡の危険がある点、などの問題点がある。

また、非特許文献 1 に開示された方法は、バイパスの手術後に血管造影を行い、バイパ

50

スグラフトの評価を行う方法論であるが、このような術後評価法で吻合部に問題があることが判明した場合、手術はすでに終了していることから、再度手術しなければ治療できないという重大な問題点が存在する。

【特許文献1】特開2003-070758号公報

【非特許文献1】Kitamura H, Okabayashi H, Hanyu M, Soga Y, Nomoto T, Johnno H, Nakano J, Matsuo T, Kai M, Umehara E. Early and midterm patency of the proximal anastomoses of saphenous vein grafts made with a Symmetry Aortic Connector System. J Thorac Cardiovasc Surg. 2005 Oct; 130(4): 1028-31. 10

【非特許文献2】Takahashi M, Ishikawa T, Higashidani K, Katoh H. Off-pump coronary artery bypass grafting using donut and SPY Kyobu Geka. 2003 Jul; 56(8 Suppl): 611-8.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記のように従来技術では、手術中にバイパスグラフトの評価をすることが難しいという問題があった。 20

血管とバイパスの吻合が適切でない場合、バイパス血流や術前残存していた血管内血流が制限されるような狭窄が生じることがあるが、バイパスグラフトの血流が充分でない場合グラフト閉塞の危険があり、同時に本来の血流も制限された場合は、術前よりも虚血状態となる危険がある。冠動脈バイパス術において吻合に上述のような問題が生じると、狭心症の再燃あるいは心筋梗塞発症の危険があり、脳動脈バイパス術においては、脳虚血、脳梗塞の危険があり、共に不可逆的な重篤な状態となり得る。末梢血管バイパス手術において吻合に上述のような問題が生じた場合も、組織は虚血、壊死に陥り、改善されない場合、患肢の切断を要することもある。

また、吻合部に狭窄が生じていない場合においても、血管床（血流需要）の不足から、バイパス血流が制限される場合があり、特に一本のバイパスグラフトを複数箇所血管に吻合するシーケンシャルバイパスの場合、血流需要のアンバランスから、バイパス血流が効果的に分配されなかったり、さらにバイパス血流は利用されずに一方の血管から他方の血管へ血流が逃げる（steal現象）が判明することがある。この場合、全ての吻合部の血流の評価を行うことでバイパスグラフトの機能評価が可能となると考えられるが、これまで良い方法がなかった。すなわち従来流量計での評価では、バイパスグラフトをシーケンシャルに複数箇所吻合した場合、一本のみ開存し他は閉塞している場合も、バイパスグラフトの血流が充分であれば手術中には問題とされない。 30

以上のごとく、術中評価が重要であるにもかかわらず、良い方法がないために再手術を要する患者が存在していることから、その方法の開発が求められている。

【0004】

本発明は、血管バイパスの吻合の状態を、解剖学的画像と、マルチポイントドプラ法による流速の評価診断により、手術中にバイパスグラフト機能を確実に正確に定量的に診断できる超音波血流診断装置を提供することを目的としている。 40

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明によれば、動脈硬化で狭窄、及び閉塞した血管に対して行われるバイパス手術において、バイパス血管（グラフト）に超音波探触子を接触させて、吻合の正確性を診断し、手術成績を向上させることができることを特徴とする超音波血流診断装置が得られる。

【0006】

また本発明は、冠動脈バイパス術などにおいて、バイパスグラフト吻合部に、超音波探 50

触子を接触させ、超音波断層法などにより、血管内腔を定量的に描出させることにより、吻合部に生じた狭窄の程度を定量評価できることを特徴とする超音波血流診断装置を提供する。

【0007】

また本発明は、バイパス手術などにおいて、吻合部に超音波探触子を接触させ、マルチポイントドプラ法などにより、吻合部の前後およびバイパスグラフトの血流速度を評価し、流速の変化などから吻合部の流体力学的な狭窄度を計算し、バイパスグラフトの機能評価を行うことができることを特徴とする超音波血流診断装置を提供する。

【0008】

また本発明は、脳動脈バイパス手術時において、脳の動脈のバイパスしたグラフトの吻合の後に、吻合部に超音波探触子を接触させ、吻合の正確性を診断し、手術成績を向上させることができることを特徴とする超音波血流診断装置を提供する。

10

【0009】

また本発明は、末梢動脈バイパス手術時などにおいて、末梢動脈のバイパスしたグラフトの吻合の後に、吻合部に超音波探触子を接触させ、吻合の正確性を診断し、手術成績を向上させることができることを特徴とする超音波血流診断装置を提供する。

【0010】

また本発明は、脳動脈、末梢動脈のバイパス手術の術後などにおいて、体表面から、吻合部に超音波を照射し、バイパス手術の良否の定量診断を行うことができることを特徴とする超音波血流診断装置を提供する。

20

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、冠動脈バイパスなどの血管バイパス手術中、術後などにおいて、吻合部に探触子を接触させるだけで、バイパスグラフト機能を精密に診断できる簡便で安価な超音波血流診断装置が具現化する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

図1は本発明の実施の形態による超音波血流診断装置の概念を示す図である。この探触子は、従来の超音波断層法、カラードプラ法に加えて、マルチポイントドプラ法による評価が可能となるようになっている。まず、吻合部に探触子を接触させ、超音波断層法により、吻合部の解剖学的な把握が可能である。しかし、超音波断層法は、血管壁に動脈硬化、石灰化等の病変が存在する場合、多重エコー等のアーチファクトが生じやすく、また影響を回避するために周波数を下げた場合、径2mm程度の血管壁の描出には解像度が不十分となると考えられ、超音波断層法のみでは評価が不十分となる可能性が高い。

30

【0013】

一方、図2のごとく、血流速度と血管断面積を乗じたものは一定であることから、狭窄部では流速の上昇が検出されると考えられる。そこで、マルチポイントドプラ法で、吻合部の前後とバイパスグラフトにおいて、血流速度の変化を定量的に計測することで、吻合部狭窄度の定量的な評価が可能となる。従来の超音波機器で用いられているカラードプラ法は、平均流速のみをカラー化するという原理的制約のため、狭窄度評価には用いることができない上、そもそも超音波断層法の画像が十分に得られていることがカラードプラ信号処理を行う上での前提条件であることから、動脈硬化病変のある部位では、カラードプラ法は利用できないが、マルチポイントドプラ法は、血流速度成分を全てを表示し、最高流速の検出が可能であることから、血管狭窄度の評価が可能で、かつアーチファクトの制約を受けにくい特徴があり、ここに本発明の目的がある。すなわち、動脈硬化、石灰化等を伴う血管においても、アーチファクトの影響が少なく、定量的に吻合部評価が可能となるところに、本発明独自の長所がある。

40

【0014】

図3に、本発明の計測装置の一形態を提示する。超音波探触子から発信された超音波は

50

、受診されて生体情報を感知し、ディスプレイに表示される。

【0015】

図4は、本発明の超音波血流診断装置による狭窄度評価の一例であり、シリコン製の冠動脈モデル循環回路に作製した狭窄部をマルチポイントドブラの方法論を用いて計測を行っている。シリコン製の2.0mmの冠動脈モデルに軽微な狭窄(狭窄度44%)、中等度狭窄(狭窄度75%)を作製し、狭窄の前後の流速の変化を試作した時分割マルチポイントドブラ探触子により測定したところ、狭窄前後の最高血流速度は、軽微な狭窄ではそれぞれ1.10、1.96m/sであり、中等度狭窄では、それぞれ0.79、2.94m/sであった。この数値から求められた狭窄度は、軽微な狭窄では47%、中等度狭窄では75%であり、実際の狭窄度と極めて近似した値が得られており、狭窄の鋭敏な検出が具現化されている。

10

【0016】

図5は、本発明の超音波血流診断装置による流量計測の一例であり、シリコン製の冠動脈バイパスモデル循環回路に作製した狭窄部をマルチポイントドブラの方法論を用いて計測を行っている。シリコン製の2.0mmの冠動脈とバイパス血管の吻合部の遠位側に、わずかな狭窄を作製し、バイパスグラフトの遠位側の最高血流速度を、試作した時分割マルチポイントドブラ探触子により計測した。狭窄のないバイパス血管では遠位側の血流ピークは1.1m/sであり、わずかな狭窄を作製すると最高血流速度は1.3m/sに増加することから、バイパスグラフトの吻合部に生じたわずかな狭窄が鋭敏に診断できることが示されている。

20

【0017】

図6は、ヤギを用いた生体での冠動脈評価の一例である。

冠動脈に糸をかけ、牽引することで狭窄が生じるようにしておき、その前後の血流速度を試作した時分割マルチポイントドブラ探触子により計測した。冠動脈にかけた糸を探触子の方向に牽引することで、冠動脈狭窄を実験的に再現した。動物実験における冠動脈狭窄の超音波断層法による診断と、カラードブラ法による診断と、マルチポイントドブラのピークによる診断の比較してみると、マルチポイントドブラのみで定量診断が具現化していることは明らかである。したがって本発明におけるこの手法による血管狭窄度評価の有用性が明らかである。

30

【産業上の利用可能性】

【0018】

本発明に係る超音波血流診断装置は、冠動脈バイパス術の際、術中、術後のバイパスグラフトの機能評価が定量的に可能で、脳動脈バイパス術、末梢動脈バイパス術においても同様に術中、術後のバイパスグラフトの機能評価が定量的に可能で、様々な分野に適用可能である。

また本発明によって製造された超音波血流診断装置は、健康診断などにおける末梢動脈のスクリーニングなど様々な分野に幅広く用いることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態による超音波グラフト血流診断装置の概念図である。

【図2】 本発明の実施の形態による狭窄の前後における連続の式である。

40

【図3】 本発明の実施の形態による超音波グラフト血流診断装置の一形態の概念図である。

【図4】 本発明の実施の形態による超音波血流診断装置による血流計測のモデル循環回路を用いたシリコン製冠動脈狭窄モデルの計測結果の一例である。狭窄部の血流速度のピーク値は増大しており、定量診断が具現化している。

【図5】 本発明の実施の形態による超音波血流診断装置による血流計測のモデル循環回路を用いたシリコン製バイパスグラフト狭窄モデルの計測結果の一例である。吻合部に作成した狭窄が存在すると、遠位側の血流ピークが増大し、吻合不全の診断が具現化している。

【図6】 動物実験における冠動脈狭窄の超音波断層法による診断と、カラードブラ法に

50

よる診断と、マルチポイントドプラのピークによる診断の比較。マルチポイントドプラのみで定量診断が具現化している。

【符号の説明】

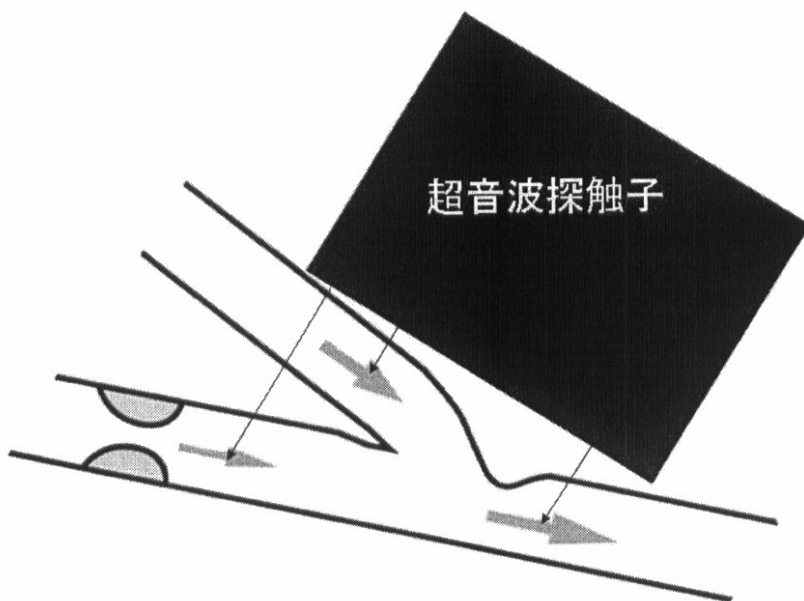
図2：A（断面積）、V（流速）

図3：Transducer（超音波探触子）、Beam former（波形成形装置）、Processor（計算機）、Display（ディスプレイ）

図4：probe（超音波探触子）

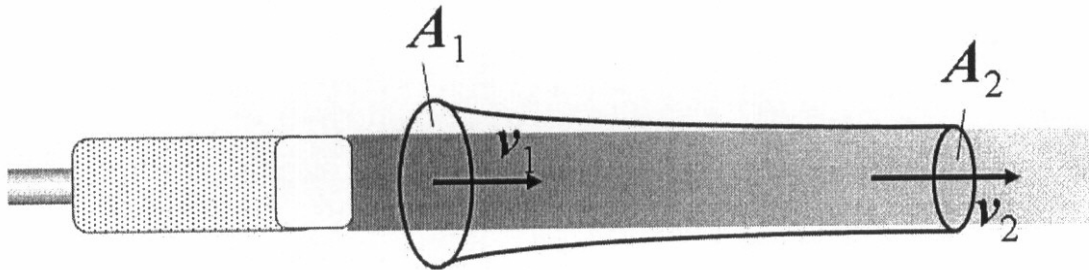
【図1】

本発明の実施の形態による超音波グラフト血流診断装置の概念図である。



【 図 2 】

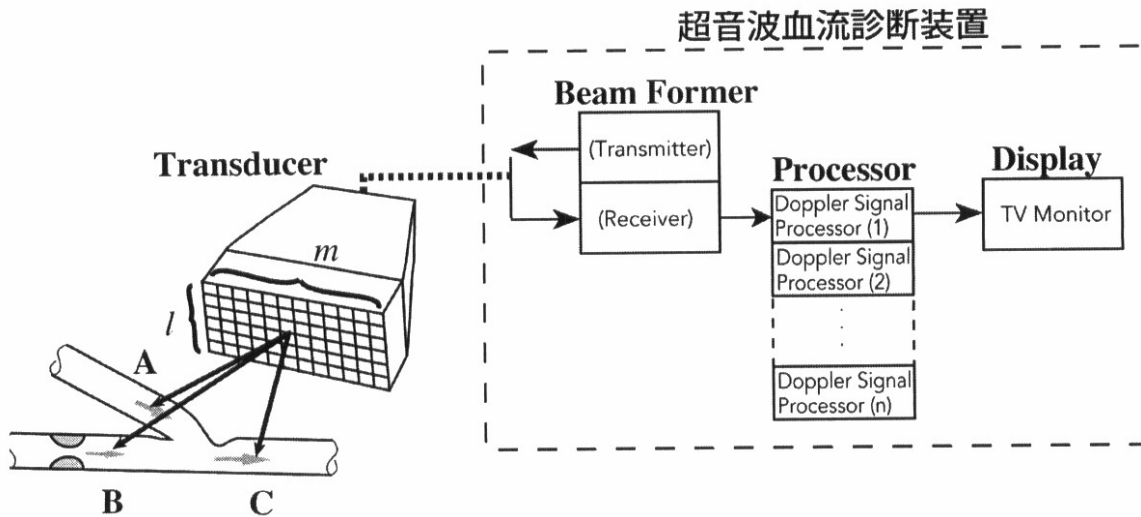
狭窄前後における連続の式



$$\text{流量} = A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2 = \text{一定}$$

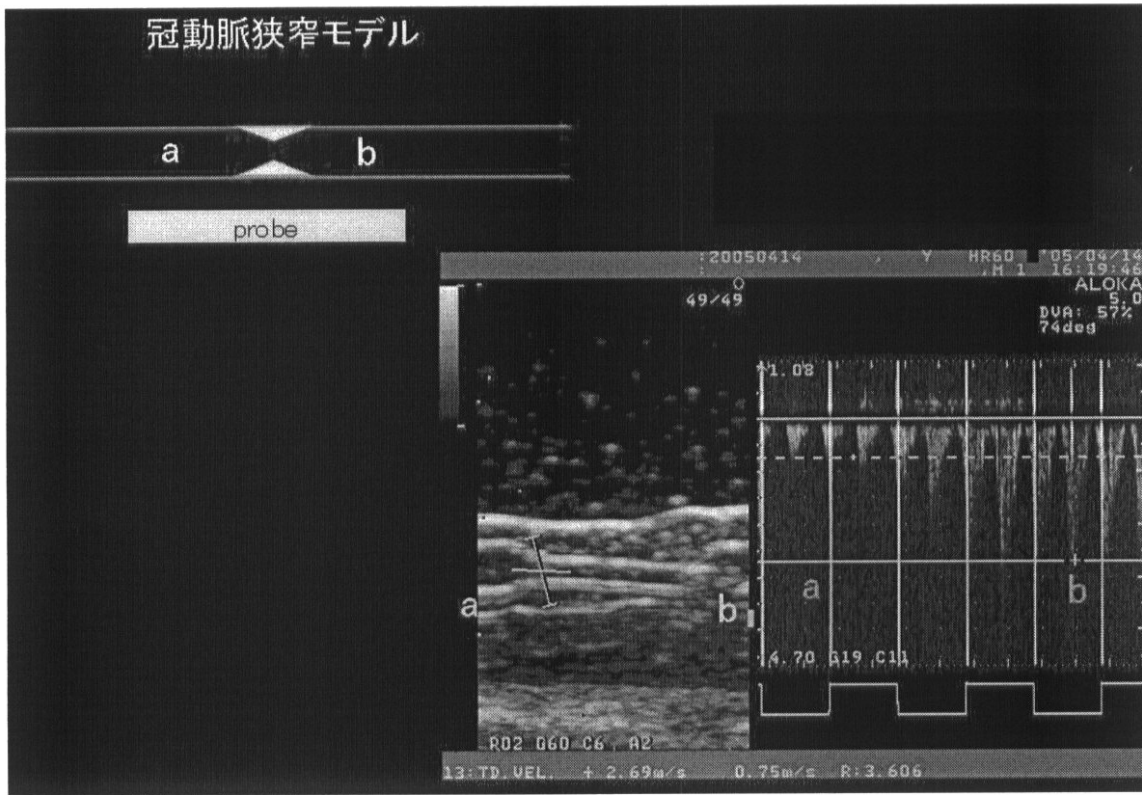
【 図 3 】

マルチポイントドプラ血流装置の一形態



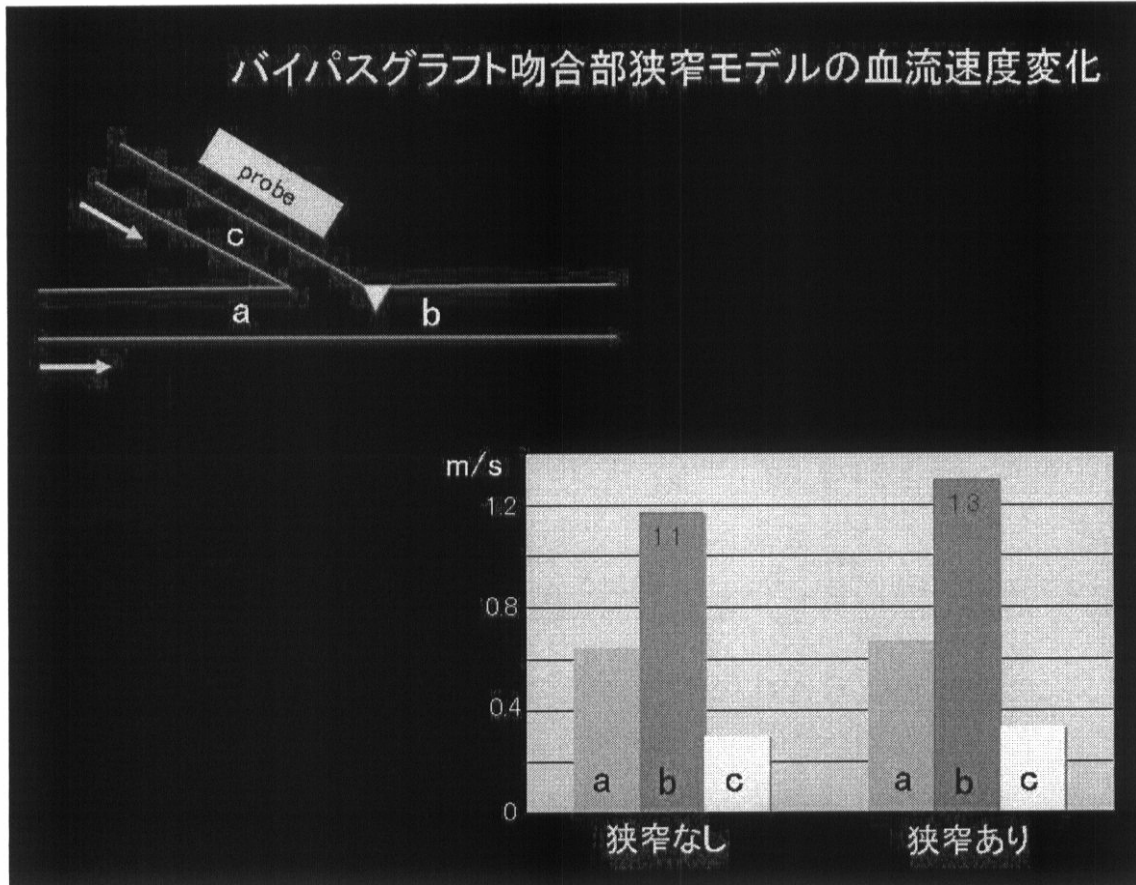
【 図 4 】

動脈血管狭窄モデルにおけるマルチポイントドプラ波形



【 図 5 】

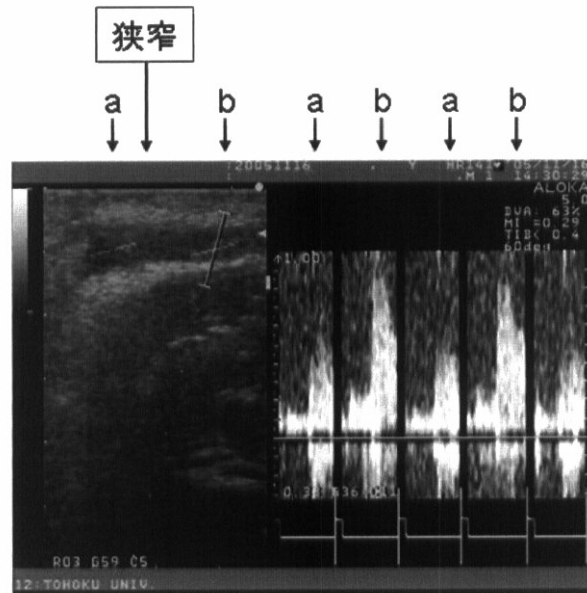
冠動脈狭窄モデルにおけるマルチポイントドプラのピークにより診断された狭窄



【 図 6 】

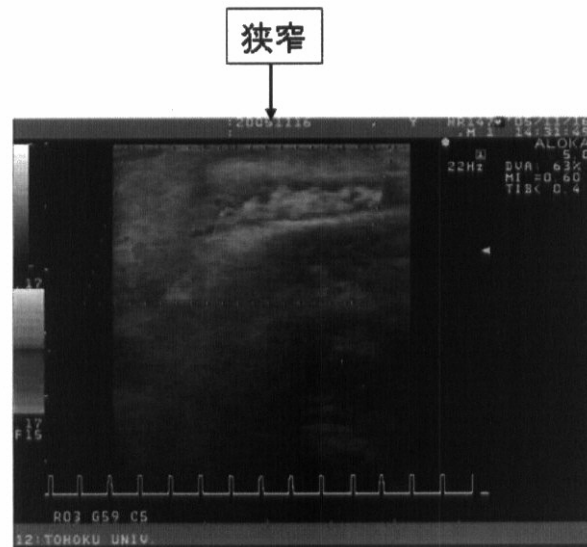
### 図面代用写真(カラー)

動物実験における冠動脈狭窄の超音波断層法による診断と、カラードプラ法による診断と、マルチポイントドプラのピークによる診断の比較。マルチポイントドプラのみで定量診断が具現化している。



従来の白黒断層法  
狭窄の形態により、狭窄が  
検出されないことがある。

マルチポイントドプラ法  
狭窄(流速の上昇)が検出される



従来のカラードプラ法  
狭窄が検出されない

---

フロントページの続き

(72)発明者 若松 立也

福島県郡山市桑野 1 - 1 5 - 3

Fターム(参考) 4C601 BB02 DD04 DD14 DE01 EE04 FF02 FF16 KK17

专利名称(译)	用于旁路移植术评估的超声血流诊断装置。		
公开(公告)号	<a href="#">JP2007289588A</a>	公开(公告)日	2007-11-08
申请号	JP2006142040	申请日	2006-04-21
[标]申请(专利权)人(译)	山家 智之		
申请(专利权)人(译)	山家 智之		
[标]发明人	山家智之 新田能郎 西條芳文 白石泰之 田林眺一 田中元直 若松立也		
发明人	山家 智之 新田 能郎 西條 芳文 白石 泰之 田林 眺一 田中 元直 若松 立也		
IPC分类号	A61B8/06		
FI分类号	A61B8/06 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB02 4C601/DD04 4C601/DD14 4C601/DE01 4C601/EE04 4C601/FF02 4C601/FF16 4C601/KK17		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种超声波血流诊断设备，能够在血管搭桥手术期间精确定量和容易地诊断吻合口部的解剖和流体动力学病理状况。在对由于动脉硬化等引起狭窄或阻塞的血管进行的旁路手术中，使超声波探头与旁路血管（移植术）接触，并且使吻合部的流体动力学接触。通过计算狭窄程度，并在手术过程中定量评估超声断层扫描等吻合术出现的狭窄，定量诊断吻合的准确性，它可以改进。点域1

本発明の実施の形態による超音波グラフト血流診断装置の概念図である。

