

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5283227号
(P5283227)

(45) 発行日 平成25年9月4日(2013.9.4)

(24) 登録日 平成25年6月7日(2013.6.7)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 N	3/40	(2006.01)	GO 1 N	3/40	A
GO 1 N	3/42	(2006.01)	GO 1 N	3/42	D
A 6 1 B	5/00	(2006.01)	A 6 1 B	5/00	I O 1 L

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2009-136543 (P2009-136543)	(73) 特許権者	899000057 学校法人日本大学 東京都千代田区九段南四丁目8番24号
(22) 出願日	平成21年6月5日(2009.6.5)	(74) 代理人	100066980 弁理士 森 哲也
(65) 公開番号	特開2010-281742 (P2010-281742A)	(74) 代理人	100075579 弁理士 内藤 嘉昭
(43) 公開日	平成22年12月16日(2010.12.16)	(74) 代理人	100103850 弁理士 田中 秀▲てつ▼
審査請求日	平成24年4月4日(2012.4.4)	(72) 発明者	長尾 光雄 東京都千代田区九段南四丁目8番24号 学校法人 日本大学内
		(72) 発明者	横田 理 東京都千代田区九段南四丁目8番24号 学校法人 日本大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 椎間板硬度計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

椎間板の硬度を計測する椎間板硬度計測装置であって、
前記椎間板に先端部を接触可能な触子を有する棒状の触子部と、
前記触子に負荷される押込荷重を検出する押込荷重検出手段と、
前記触子部の尾端部に配設されて球面状の反射面を有する反射板と、前記反射面に対して光を照射する光照射部と、前記反射面からの反射光を受光する受光部と、を有し、前記椎間板に対する前記触子の押込深さを検出する押込深さ検出手段と、

前記押込荷重検出手段及び前記押込深さ検出手段の検出結果に基づいて、前記椎間板の硬度を検出する硬度検出手段と、

台に載置された患部に対し設置され、前記触子部の前記触子が挿入されて前記椎間板に触子の先端部を接触可能とする筒体と、を備え、

前記光照射部と前記受光部とを前記反射面及び前記触子に対して同方向から対向配置させることを特徴とする椎間板硬度計測装置。

【請求項2】

前記触子の先端部は、球状に形成され、

該先端部の直径は、1.0mm以上4.0mm以下の範囲に選定されていることを特徴とする請求項1に記載の椎間板硬度計測装置。

【請求項3】

前記押込荷重検出手段は、前記触子部に設けられたロードセルにより構成されているこ

とを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の椎間板硬度計測装置。

【請求項 4】

前記触子は、前記先端部に向かって細くなるテーパ部を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のうちいずれか一項に記載の椎間板硬度計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、椎間板の硬度を計測する椎間板硬度計測装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、測定対象物の硬度を測定するための装置として、例えば、特許文献 1 に係る硬軟測定装置が知られている。

この硬軟測定装置は、円筒状の装置本体内を軸方向に進退することが可能な接触圧子と、装置本体内に配置された、接触圧子の相対変位量を検出する相対変位検出手段及び接触圧子に負荷された荷重を検出する荷重検出手段と、を備えている。そして、相対変位検出手段が検出した相対変化量及び荷重検出手段が検出した荷重に基づいて、測定対象物の硬度を計測する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2009 - 52912 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記従来技術においては、測定対象物の硬度を適切に計測することができない場合がある。

例えば、上記従来技術では、相対変位検出手段が円筒状の装置本体内に配置されているため、装置が大型化する。そして、装置が大型化すると、測定対象物の硬度を計測する際に、測定対象物が存在する位置が把握しづらくなり、接触圧子を測定対象物に適切に接触させることができない場合がある。

本発明は、測定対象物である椎間板の硬度を適切に計測することが可能な椎間板硬度計測装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するために、請求項 1 に係る椎間板硬度計測装置は、椎間板の硬度を計測する椎間板硬度計測装置であって、前記椎間板に先端部を接触可能な触子を有する棒状の触子部と、前記触子に負荷される押込荷重を検出する押込荷重検出手段と、前記触子部の尾端部に配設されて球面状の反射面を有する反射板と、前記反射面に対して光を照射する光照射部と、前記反射面からの反射光を受光する受光部と、を有し、前記椎間板に対する前記触子の押込深さを検出する押込深さ検出手段と、前記押込荷重検出手段及び前記押込深さ検出手段の検出結果に基づいて、前記椎間板の硬度を検出する硬度検出手段と、台に載置された患部に対し設置され、前記触子部の前記触子が挿入されて前記椎間板に触子の先端部を接触可能とする筒体と、を備え、前記光照射部と前記受光部とを前記反射面及び前記触子に対して同方向から対向配置させることを特徴としている。

【0006】

請求項 1 に係る椎間板硬度計測装置では、触子部の尾端部に配設されて球面状の反射面を有する反射板と、反射面に対して光を照射する光照射部と、反射面からの反射光を受光する受光部と、を有し、椎間板に対する触子の押込深さを検出する押込深さ検出手段を備えている。

したがって、請求項 1 に係る椎間板硬度計測装置によれば、触子部を小型化することが

10

20

30

40

50

でき、測定対象物である椎間板の硬度を適切に計測することが可能となる。

【0007】

また、請求項2に係る椎間板硬度計測装置は、請求項1に係る椎間板硬度計測装置において、前記触子の先端部は、球状に形成され、該先端部の直径は、1.0mm以上4.0mm以下の範囲に選定されていることを特徴としている。

請求項2に係る椎間板硬度計測装置によれば、椎間板に対して触子が傾いた場合でも、測定対象物である椎間板の硬度を適切に計測することが可能となる。

また、請求項3に係る椎間板硬度計測装置は、請求項1又は2に係る椎間板硬度計測装置において、前記押込荷重検出手段は、前記触子部に設けられたロードセルにより構成されていることを特徴とする。

10

請求項3に係る椎間板硬度計測装置によれば、簡易な構成により、測定対象物である椎間板の硬度を適切に計測することが可能となる。

【0008】

さらに、請求項4に係る椎間板硬度計測装置は、請求項1乃至3のうちいずれか一項に係る椎間板硬度計測装置において、前記触子は、前記先端部に向かって細くなるテーパ部を有することを特徴とする。

請求項4に係る椎間板硬度計測装置によれば、小さな椎間板に対しても触子の先端部を適切に接触させることができ、測定対象物である椎間板の硬度を適切に計測することが可能となる。

【発明の効果】

20

【0009】

本発明によれば、測定対象物である椎間板の硬度を適切に計測することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施形態に係る椎間板硬度計測装置の全体構成図である。

【図2】図1に示す椎間板硬度計測装置に備えられる触診装置の全体構成図である。

【図3】触子を押し込んだ際の測定対象物の状態を示す模式図である。

【図4】押込荷重と押込深さとの関係を示す図である。

【図5】硬度の評価方法の一例を示す図である。

【図6】表示装置における表示の一例を示す図である。

30

【図7】弾性定数を硬度として用いた場合の評価結果を示す図である。

【図8】傾きを硬度として用いた場合の評価結果を示す図である。

【図9】弾性係数を硬度として用いた場合の評価結果を示す図である。

【図10】測定対象物の軟らかさをういた場合の評価結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図1は、本発明の実施形態に係る椎間板硬度計測装置の全体構成図である。図2は、図1に示す椎間板硬度計測装置に備えられる触診装置の全体構成図である。

椎間板硬度計測装置1は、図1に示すように、手術台2と、円筒体6と、触診装置3と、硬度検出手段4と、表示装置5とを備えている。

40

手術台2は、測定対象物15を載置可能に構成されている。本実施形態では、手術台2には、人体の患部が載置される。そして、椎間板硬度計測装置1は、測定対象物15である椎間板の硬度を測定する。ここで、椎間板には、椎間板、椎間板ヘルニア、これらの周辺組織等の生体部位が含まれるものとする。

【0012】

円筒体6は、手術台2に載置された患部内に挿入される。そして、円筒体6は、内視鏡及び触診装置3の後述する触子11を挿入することが可能となるように構成されている。

触診装置3は、術者により操作されるプローブセンサ部(触子部)10と、プローブセンサ部10の変位を検出する変位センサ部20とを備えている。

50

プローブセンサ部 10 は、図 1 及び図 2 に示すように、測定対象物 15 に先端部 11 a を接触可能な触子 11 と、触子 11 に設けられた把持部 12 と、触子 11 に取り付けられた押込荷重検出手段 13 と、触子 11 に取り付けられた反射板 14 とを備えている。

【0013】

触子 11 は、棒状に形成されている。触子 11 は、ステンレスにより形成されている。触子 11 の先端部 11 a は、球状に形成されている。これにより、触子 11 を測定対象物 15 に対して接触させた際に、測定対象物 15 に対して触子 11 が傾いた場合でも、測定対象物 15 の硬度を適切に計測することが可能となる。そして、触子 11 の先端部 11 a は、円筒体 6 内に挿入され、測定対象物 15 の表面に接触する。ここで、本実施形態では、触子 11 は、その外径が全長にわたって同一となるように形成されている。しかしながら、触子 11 は、先端部 11 a に向かって細くなるテーパ部（図示せず）を有するように形成しても構わない。これにより、小さな測定対象物 15 に対しても触子 11 の先端部 11 a を適切に接触させることができ、測定対象物 15 の硬度を適切に計測することが可能となる。

10

【0014】

把持部 12 は、上端部側に設けられている。把持部 12 は、触子 11 の外周を囲うように、円筒状に形成されている。把持部 12 は、術者が把持し、プローブセンサ部 10 を操作することが可能となるように構成されている。把持部 12 は、絶縁性の樹脂により形成されている。

押込荷重検出手段 13 は、把持部 12 の上側に配置されている。押込荷重検出手段 13 は、触子 11 に負荷される押込荷重を検出する。本実施形態では、押込荷重検出手段 13 は、ロードセルにより構成されている。これにより、簡易な構成により、測定対象物 15 の硬度を適切に計測することが可能となる。押込荷重検出手段 13 による検出信号は、接続手段 30 を介して、硬度検出手段 4 に対して出力される。

20

【0015】

接続手段 30 は、第一の接続ケーブル 31 と、第二の接続ケーブル 32 と、第一の接続ケーブル 31 及び第二の接続ケーブル 32 を電気的に接続する第一のコネクタ 33 と、第二の接続ケーブル 32 及び硬度検出手段 4 を電気的に接続する第二のコネクタ 34 とを有している。

反射板 14 は、押込荷重検出手段 13 の上側に配置されている。反射板 14 は、外側に向かって凸形状となる球面状の反射面 14 a を有している。そして、反射面 14 a は、変位センサ部 20 の後述する光照射部 22 から照射した光を反射することが可能となるように形成されている。

30

【0016】

図 2 に示すように、本実施形態では、プローブセンサ部 10 の全長は、250 mm に選定されている。触子 11 の下端から把持部 12 の下端までの長さは、180 mm に選定されている。反射板 14 の上端から把持部 12 の下端までの長さは、70 mm に選定されている。また、触子 11 の外径は、2 mm に選定されている。ここで、触子 11 の先端部 11 a の直径は、1.0 mm 以上 4.0 mm 以下の範囲に選定されることが好ましく、本実施形態では 3.0 mm に選定されている。さらに、反射板 14 の直径は、50 mm に選定されている。また、プローブセンサ部 10 の質量は、40 g に選定されている。

40

変位センサ部 20 は、図 1 及び図 2 に示すように、変位センサ 21 と、変位センサ 21 を手術台 2 に対して高さ調整可能に固定する支柱 24 とを備えている。

【0017】

本実施形態では、変位センサ 21 は、光センサとして構成されている。変位センサ 21 は、プローブセンサ部 10 の反射面 14 a に対して光を照射する光照射部 22 と、反射面 14 a からの反射光を受光する受光部 23 と、を有している。変位センサ 21 は、手術台 2 に載置された患部に対して所定の高さ L で設置される。そして、変位センサ 21 は、受光部 23 が受光した反射面 14 a からの反射光に基づいて、触子 11 の変位を検出する。これにより、変位センサ 21 は、測定対象物 15 に対する触子 11 の押込深さを検出する

50

ことが可能となる。そして、変位センサ 2 1 による検出信号は、接続手段 4 0 を介して、硬度検出手段 4 に対して出力される。ここで、変位センサ 2 1 及び反射板 1 4 により押込深さ検出手段が構成される。

【 0 0 1 8 】

接続手段 4 0 は、第一の接続ケーブル 4 1 と、第二の接続ケーブル 4 2 と、第一の接続ケーブル 4 1 及び第二の接続ケーブル 4 2 を電氣的に接続する第一のコネクタ 4 3 と、第二の接続ケーブル 4 2 及び硬度検出手段 4 を電氣的に接続する第二のコネクタ 4 4 とを有している。

ここで、図 1 に示すように、手術台 2、円筒体 6、触診装置 3、変位センサ部 2 0、支柱 2 4、第一の接続ケーブル 3 1、第一の接続ケーブル 4 1、第一のコネクタ 3 3 及び第一のコネクタ 4 3 は、滅菌処理が施された滅菌範囲 F (図 1 において、一点鎖線で示す範囲) となっている。

硬度検出手段 4 は、押込荷重検出手段 1 3 が検出した押込荷重及び変位センサ 2 1 が検出した押込深さに基づいて、測定対象物 1 5 の硬度を算出する。そして、硬度検出手段 4 は、算出した測定対象物 1 5 の硬度を、表示装置 5 に対して出力する。

表示装置 5 は、硬度検出手段 4 が算出した測定対象物 1 5 の硬度を表示 (図 6 参照) する。

【 0 0 1 9 】

次に、椎間板硬度計測装置 1 の動作について説明する。

椎間板硬度計測装置 1 によって測定対象物 1 5 としての椎間板の硬度を計測するには、まず、人体の患部を手術台 2 に載置する。そして、手術台 2 に載置された患部に対して円筒体 6 を設置する。この際、円筒体 6 は、患部内に挿入され、円筒体 6 の下端部は、測定対象物 1 5 である椎間板の表面に達している。

【 0 0 2 0 】

次に、変位センサ 2 1 を、手術台 2 に載置された患部に対して所定の高さで設置する。

また、プローブセンサ部 1 0 の把持部 1 2 を把持し、触子 1 1 の先端部 1 1 a を円筒体 6 内に挿入する。そして、触子 1 1 の先端部 1 1 a を、測定対象物 1 5 である椎間板の表面に接触させる。この際、内視鏡を円筒体 6 内に挿入した状態で、触子 1 1 の先端部 1 1 a を円筒体 6 内に挿入しても構わない。

【 0 0 2 1 】

そして、触子 1 1 の先端部 1 1 a を測定対象物 1 5 である椎間板に対して押し込む (押し当てる)。このとき、プローブセンサ部 1 0 の押込荷重検出手段 1 3 が、触子 1 1 に負荷される押込荷重を検出する。また、手術台 2 に対して固定されて変位センサ 2 1 が、測定対象物 1 5 である椎間板に対する触子 1 1 の押込深さを検出する。そして、押込荷重検出手段 1 3 が検出した押込荷重及び変位センサ 2 1 が検出した押込深さは、硬度検出手段 4 に対して入力される。

さらに、硬度検出手段 4 が、押込荷重検出手段 1 3 が検出した押込荷重及び変位センサ 2 1 が検出した押込深さに基づいて、測定対象物 1 5 の硬度を算出する。そして、硬度検出手段 4 が算出した測定対象物 1 5 である椎間板の硬度は、表示装置 5 に表示される。

【 0 0 2 2 】

次に、硬度検出手段 4 が検出する硬度について、椎間板硬度計測装置 1 により測定対象物 1 5 の硬度を計測する際の原理とともに詳細に説明する。

図 3 は、触子を押し込んだ際の測定対象物の状態を示す模式図である。図 4 は、押込荷重と押込深さとの関係を示す図である。図 5 は、硬度の評価方法の一例を示す図である。

椎間板硬度計測装置 1 では、触子 1 1 を測定対象物 1 5 に対して押し込むと、測定対象物 1 5 の硬度に応じて触子 1 1 が押し込まれる。この際、押込荷重 W を一定とした場合、測定対象物 1 5 が軟らかいほど、押し込み深さ x が大きくなる。

【 0 0 2 3 】

例えば、図 3 に示すように、厚さ t が互いに同一であり、硬さが互いに異なる 2 つの測定対象物 A, B に対して、一定の押込荷重 W で触子 1 1 を押し込む。ここで、対象物 A は

10

20

30

40

50

、対象物 B に対して軟らかいものとする。すると、測定対象物 A に対する押込深さ x_A は、対象物 B に対する押込み深さ x_B に対して大きくなる。

すなわち、測定対象物 A, B の硬度と押込深さ x_A, x_B との関係は、下記のように表すことができる。

押込荷重 $W = \text{一定}$

測定対象物の硬度 $A < B$

押込深さ $x_A > x_B$

【 0 0 2 4 】

ここで、術者がプローブセンサ部 10 を把持して操作する場合、触子 11 を測定対象物 15 に対して一定の押込荷重 W で押し込むことは簡単ではない。そこで、測定対象物 15 の弾性定数 k ($k = W / x$) を、硬度 (硬さの指標) として用いる。なお、測定対象物 15 の弾性定数 k の逆数 $1 / k$ を、硬度 (軟らかさの指標) として用いても構わない。

10

測定対象物 15 の硬度として弾性定数 k を用いる場合には、押込荷重 W が一定ではなくても、押込荷重 W 及び押込深さ x_A, x_B によって硬度が算出されるので、術者がプローブセンサ部 10 を把持して操作する場合にも、測定対象物 15 の硬度を適切に算出することが可能となる。

【 0 0 2 5 】

具体的には、押込荷重 W 及び押込深さ x_A, x_B に基づいて、測定対象物 A, B の弾性定数 k_A, k_B を算出する。そして、測定対象物 A, B の弾性定数 k_A, k_B を測定対象物 A, B の硬度として用いる。この場合、測定対象物 A の弾性定数 k_A と測定対象物 B の弾性定数 k_B との関係は、下記のように表すことができる。

20

$$k_A < k_B$$

また、触子 11 の先端部 11a の測定対象物 15 に対する接触面積 S 及び測定対象物 15 の厚さ t に基づき、測定対象物 15 の弾性係数 E ($E = k \cdot t / S$) を算出することができる。そして、測定対象物 15 の弾性係数 E を、硬度として用いることもできる。

【 0 0 2 6 】

測定対象物 15 の弾性係数 E を硬度として用いる場合、触子 11 の測定対象物 15 との接触面積 S や測定対象物 15 の厚さ t を定数とするモデル試験においては特に有効である。しかしながら、測定対象物 15 が生体部位の場合には、測定対象物 15 の厚さ t を推定する必要があると同時に、触子 11 の先端形状や触子 11 の測定対象物 15 に対する押し当て方が接触面積 S に影響を与えることとなる。

30

具体的には、触子 11 の先端部 11a の測定対象物 A, B に対する接触面積 S 及び測定対象物 A, B の厚さ t に基づいて、測定対象物 A, B の弾性係数 E_A, E_B を算出する。そして、測定対象物 A, B の弾性係数 E_A, E_B を測定対象物 A, B の硬度として用いる。この場合、測定対象物 A の弾性係数 E_A と測定対象物 B の弾性係数 E_B との関係は、下記のように表すことができる。

$$E_A < E_B$$

【 0 0 2 7 】

さらに、図 4 に示すように、押込荷重 W 及び押込み深さ x に基づいて、測定対象物 15 の $W - x$ 線図を算出する。そして、 $W - x$ 線図の傾き を、硬度として用いることもできる。 $W - x$ 線図の傾き を硬度として用いる場合には、変化が小さい傾き を数値化することができ、適切に測定対象物 15 の硬軟を測定することが可能となる。

40

具体的には、触子 11 の先端部 11a の測定対象物 A, B に対する押込荷重 W_A, W_B 及び押込み深さ x_A, x_B に基づいて、測定対象物 A, B の $W - x$ 線図の傾き θ_A, θ_B を算出する。そして、測定対象物 A, B の $W - x$ 線図の傾き θ_A, θ_B を測定対象物 A, B の硬度として用いる。この場合、測定対象物 A の $W - x$ 線図の傾き θ_A と測定対象物 B の $W - x$ 線図の傾き θ_B との関係は、下記のように表すことができる。

$$\theta_A < \theta_B$$

【 0 0 2 8 】

以上のように、測定対象物 15 の硬度を数値化する方法として、下記の 4 つの方法を提

50

案することができる。

- 1) 硬さの指標 1 : $k = W / x$ (測定対象物の弾性定数)
- 2) 硬さの指標 2 : $\tan = W / x$ ($W - x$ 線図の傾き)
- 3) 硬さの指標 3 : $E = k \cdot t / S$ (測定対象物の弾性係数)
- 4) 軟らかさの指標 : $1 / k$ (k の逆数、測定対象物の軟らかさ)

また、上記 4 つの方法のそれぞれにより算出した測定対象物 A 及び測定対象物 B の硬度を、図 5 に示す。

【実施例】

【0029】

以下、実験結果に基づいて本発明の効果について説明する。

10

図 6 は、表示装置における表示の一例を示す図である。図 7 は、弾性定数を硬度として用いた場合の評価結果を示す図である。図 8 は、傾きを硬度として用いた場合の評価結果を示す図である。図 9 は、弾性係数を硬度として用いた場合の評価結果を示す図である。図 10 は、測定対象物の軟らかさをを用いた場合の評価結果を示す図である。

【0030】

本実施例では、上記実施形態で説明した椎間板硬度計測装置 1 により測定対象物 15 の硬度を計測した計測結果と、硬度計により測定対象物 15 の硬度を計測した計測結果とを比較することによって、椎間板硬度計測装置 1 の効果を明らかにする。

すなわち、上記した 4 つの方法のそれぞれにより算出した測定対象物 15 の硬度と、硬度計によって計測した E 型硬度とについて、序列及び変化の一致度について比較検証する

20

ここで、測定対象物 15 として不確定要素が多い椎間板を用いると、計測や解析が複雑になる。そこで、本実施例では、椎間板の弾性変化を定量化する基本的な試験を行なうため、測定対象物 15 を工業用スポンジ A ~ D に置き換えている。

【0031】

まず、硬度計による工業用スポンジ A ~ D の E 型硬度の計測結果を示す。

測定対象物 15 としては、硬度の異なる 4 種類の工業用スポンジ A ~ D を用いた。4 種類の工業用スポンジ A ~ D の寸法は、幅 50 mm、長さ 50 mm、厚さ 10 mm に選定されている。そして、各種類のスポンジ A ~ D のそれぞれについて、5 個の試料を用意し、5 個の試料について計測した E 型硬度の平均値を算出した。また、押込時間は、5 秒とした。なお、工業用スポンジ C は、内部に対して表面が硬く形成されている。

30

硬度計としては、市販品の硬度計であるデュロメータ Type E 硬度計を用いた。デュロメータ Type E 硬度計の仕様を表 1 に表す。E 型とは、日本ゴム協会標準規格 (SRIS 0101) である。

【0032】

【表 1】

仕様(HH-330)			
重量	290g	ばね力(mN)	$W_E = 550 + 75 \times H_E$
準拠規格	JIS K 6253	先端直径	$\phi 5 \pm 0.04$
先端形状	半球形	加圧面形状	44 × 18mm
負荷装置	コイルスプリング方式	最小目盛	0.5度
加圧面からの押針の突出量		2.5mm	

40

【0033】

硬度計によって計測した工業用スポンジ A ~ D の E 型硬度を表 2 に表す。

【0034】

【表 2】

種類	製品名	E型硬度 (度)
A	CRスポンジ黒 最軟質	E12±1/5
B	CRスポンジ黒 軟質	E21±1/5
C	シリコンスポンジ赤	E40±1/5
D	CRスポンジ黒 硬質	E44±1/5

10

【0035】

この表2で、E型硬度は、デュロメータType E硬度計によって計測された値である。例えば、種類Aにおいて、「E12」は、E型硬度計表示値12であることを示し、「±1」は、平均値の最大最小の値(中央値に対するバラツキ)を示し、「/5」は、試料に押し込んでいた時間(秒)を示す。

【0036】

次に、本発明に係る椎間板硬度計測装置1による工業用スポンジA～Dの硬度の計測結果を示す。

測定対象物15としては、表2に示す工業用スポンジA～Dを用いた。4種類の工業用スポンジA～Dの寸法は、幅50mm、長さ50mm、厚さ20mmに選定されている。押込荷重は、3N、6N及び9Nの3種類に設定した。ここで、押込荷重及び押込深さは、図6に示すように、時間軸信号として表示される。そして、押込荷重が3N、6N、9Nとなるように、触子11を測定対象物15に対して押し込んだ。

20

【0037】

そして、上記4つの方法のそれぞれにより測定対象物の硬度を算出し、算出した各硬度と、硬度計によって計測したE型硬度とを比較した。

まず、弾性定数kを硬度として用いた場合の、硬度計によって計測したE型硬度との比較結果を説明する。

この場合、図7に示すように、押込荷重W=6N及び9Nの際に、弾性定数kの傾向と硬度計によって計測したE型硬度の傾向とが略一致する。しかしながら、押込荷重W=3Nの際に、工業用スポンジCの弾性定数kは、工業用スポンジDの弾性定数kと同程度となっている。これは、工業用スポンジCは、内部に対して表面が硬く形成されているためである。すなわち、押込荷重W=3Nから6Nの際に、工業用スポンジA及びBの弾性定数kの傾向は、硬度計によって計測したE型硬度の傾向と特に一致している。また、押込荷重W=6Nから9Nの際に、工業用スポンジC及び工業用スポンジDの弾性定数kの傾向は、硬度計によって計測したE型硬度の傾向と特に一致している。

30

【0038】

次に、W-x線図の傾きを硬度として用いた場合の、硬度計によって計測したE型硬度との比較結果を説明する。

この場合、図8に示すように、工業用スポンジBと工業用スポンジCとで傾きの変化の差が小さく、工業用スポンジCと工業用スポンジDとで傾きの変化の差が大きい傾向にある。工業用スポンジA～Dの傾きの序列は、硬度計によって計測したE型硬度の序列と一致している。

40

【0039】

次に、弾性係数Eを硬度として用いた場合の、硬度計によって計測したE型硬度との比較結果を説明する。

この場合、図9に示すように、弾性定数kを硬度として用いた場合と同様の傾向を示した。弾性係数Eを硬度として用いることは、測定対象物15の厚さ及び触子11の測定対象物15に対する触子11の接触面積が正確に与えられる場合に特に有効である。一方、測定対象物15の厚さ及び測定対象物15に対する触子11の接触面積を推定する必要が

50

ある場合には、その影響を受けやすい。

【 0 0 4 0 】

次に、測定対象物の軟らかさ $1/k$ を硬度として用いた場合の、硬度計によって計測した E 型硬度 ($1/E$) との比較結果を説明する。

この場合、図 10 に示すように、工業用スポンジ A 及び工業用スポンジ B において、押込荷重 $W = 3 \text{ N}$ の場合と比較して押込荷重 $W = 9 \text{ N}$ の場合に硬く評価している。すなわち、押込荷重 W の大きさが、硬度に影響を与えている。しかしながら、工業用スポンジ C 及び工業用スポンジ D においては、押込荷重 W の影響が小さく、硬度計によって計測した E 型硬度との一致度が高い。すなわち、比較的硬い測定対象物 15 においては、押込荷重 W による影響が小さい。特に、押込荷重 $W = 6 \text{ N}$ の場合、硬度の傾向と硬度計によって計測した E 型硬度の傾向とが略一致する。

10

【 0 0 4 1 】

以上の試験結果から、本発明に係る椎間板硬度計測装置 1 により計測した測定対象物 15 の硬度の傾向と、硬度計により計測した測定対象物 15 の硬度の傾向とは、略一致していることが明らかとなった。

特に、弾性定数 k 、 $W-x$ 線図の傾き 及び弾性係数 E のそれぞれを硬度として用いた場合において、硬度の序列が、硬度計によって計測した E 型硬度の序列と略一致することが確認された。

また、測定対象物の軟らかさ $1/k$ を硬度として用いた場合において、硬度の序列が、硬度計によって計測した E 型硬度の逆数の序列と略一致することが確認された。

20

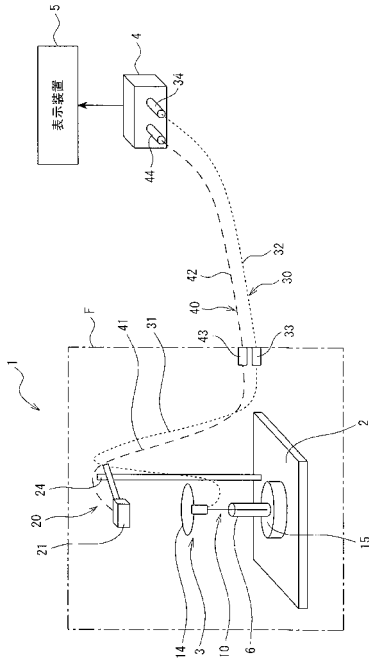
すなわち、本発明に係る椎間板硬度計測装置 1 によれば、硬度計と同様に、測定対象物 15 である椎間板の硬度を適切に計測することが可能である。

【 符号の説明 】

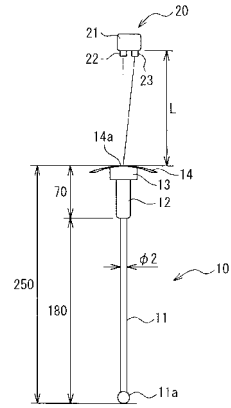
【 0 0 4 2 】

1 ... 椎間板硬度計測装置、 2 ... 手術台、 3 ... 触診装置、 4 ... 硬度検出手段、 5 ... 表示装置、 6 ... 円筒体、 11 ... 触子、 11a ... 先端部、 12 ... 把持部、 13 ... 押込荷重検出手段、 14 ... 反射板、 15 ... 測定対象物、 20 ... 変位センサ部、 21 ... 変位センサ

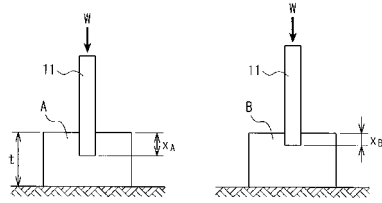
【図1】



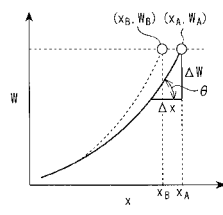
【図2】



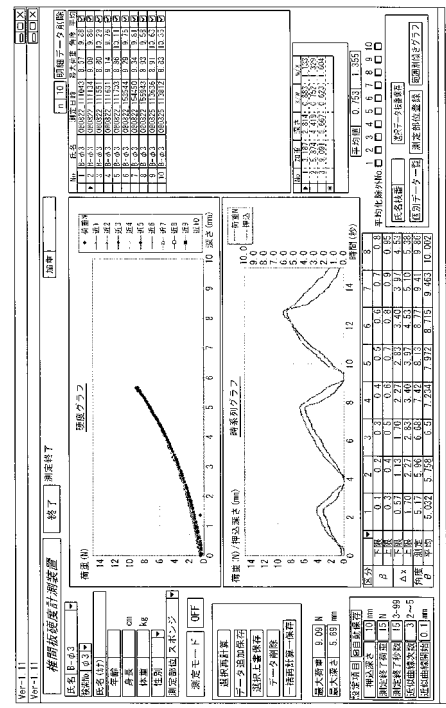
【図3】



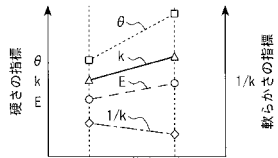
【図4】



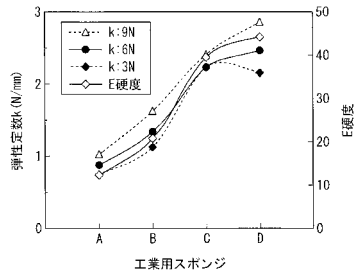
【図6】



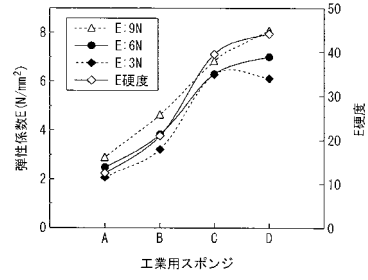
【図5】



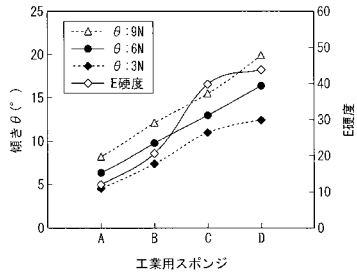
【図7】



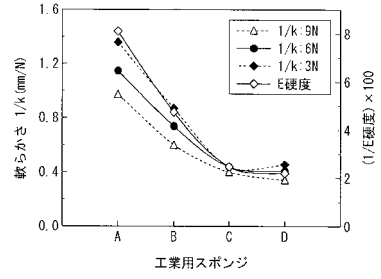
【図9】



【図8】



【図10】



フロントページの続き

審査官 高見重雄

- (56)参考文献 特開2009-052912(JP,A)
特開昭59-168835(JP,A)
特開2005-274217(JP,A)
特開2004-170160(JP,A)
国際公開第2008/069250(WO,A1)
特開平04-341235(JP,A)
特表2002-505592(JP,A)
特開平03-275055(JP,A)
特開2003-130774(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 3/00 - 3/62
A61B 5/00