

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年6月27日(27.06.2024)



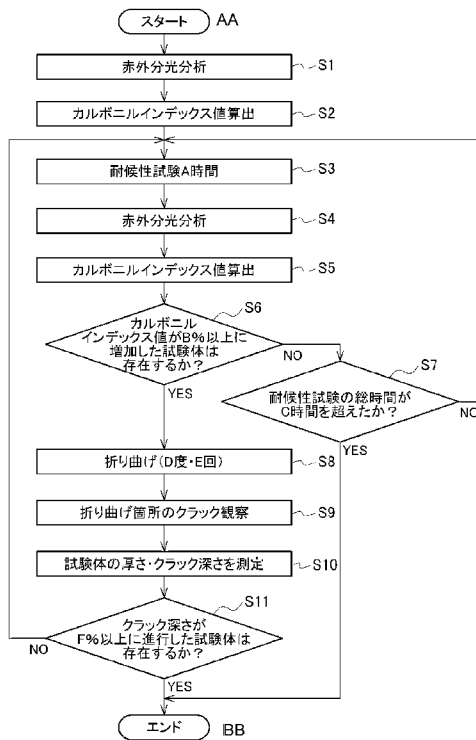
(10) 国際公開番号
WO 2024/134874 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 17/00 (2006.01) G01N 3/34 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/047621
- (22) 国際出願日: 2022年12月23日(23.12.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 根岸 香織(NEGISHI Kaori); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 三輪 貴志(MIWA

- Takashi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 杉山 聡(SUGIYAMA Akira); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 藤本 憲宏(FUJIMOTO Norihiro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 鳥本 真奈美(TORIMOTO Manami); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 三好 秀和, 外(MIYOSHI Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門1丁目2番8号 虎ノ門琴平タワー Tokyo (JP).

(54) Title: DEGRADATION ACCELERATION METHOD AND DEGRADATION ACCELERATION DEVICE

(54) 発明の名称: 劣化促進方法、及び、劣化促進装置



S1, S4 Perform infrared spectroscopy
S2, S5 Calculate carbonyl index
S3 Weather resistance testing A hours
S6 Is there test specimen for which carbonyl index has increased to B% or above?
S7 Has total time of weather resistance testing exceeded C hours?
S8 Bending (by D degrees, E times)
S9 Observe crack at fold site
S10 Measure thickness of test specimen and depth of crack
S11 Is there test specimen for which crack depth has grown to F% or above?
AA Start
BB End

(57) Abstract: In this degradation acceleration method for accelerating the composite degradation of a polymeric material, there are performed: a first step for applying, to the polymeric material, an environmental degradation factor including light by means of an addition device (light source 31); a second step for applying a repeated bending stress to the polymeric material by means of a bending mechanism 52; and a third step for measuring, by means of a measurement device (control device 2, infrared spectrometry device 3), the degradation process state of the polymeric material on the basis of the result



WO 2024/134874 A1

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

of infrared spectroscopy of the polymeric material.

(57) 要約: 高分子材料の複合劣化を促進させる劣化促進方法において、付加装置 (光源 3 1) により、前記高分子材料に光を含む環境劣化要因を与える第 1 のステップと、屈曲機構 5 2 により、前記高分子材料に繰り返される折り曲げ応力を与える第 2 のステップと、測定装置 (制御装置 2、赤外分光分析装置 3) により、前記高分子材料の赤外分光分析結果に基づき、前記高分子材料の劣化進行状態を測定する第 3 のステップと、を行う。

明 細 書

発明の名称：劣化促進方法、及び、劣化促進装置

技術分野

[0001] 本開示は、劣化促進方法、及び、劣化促進装置に関する。

背景技術

[0002] 高分子材料は、金属、セラミック、ガラス等の無機化合物と比べて、劣化しやすく耐久性に劣る。高分子材料の劣化には、紫外線、熱、水、薬品等の「環境条件」、引張、圧縮、曲げ、衝撃等の「力学的条件」、電気的作用等の「特殊条件」、の3つが影響すると考えられている（非特許文献1）。

[0003] それら個々の条件下での高分子材料の劣化は、古くから研究されている。例えば、非特許文献2は、光と熱による劣化挙動を開示する。非特許文献3は、赤外線による劣化挙動を開示する。非特許文献4は、折り曲げ応力による劣化挙動を開示する。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：大石、“高分子材料の信頼性を支える劣化解析，耐久性評価，寿命予測”、高分子、48巻、11月号、1999年、p.838- p.841

非特許文献2：三輪、外5名、“低密度ポリエチレンの耐候性試験機による劣化挙動の比較”、材料と環境、64、2015年、p.139- p.144

非特許文献3：“ポリエチレンリファレンス試験片を用いたプラスチックの耐候性に関する暴露環境の求め方（平成21年4月1日改正）”、財団法人日本ウエザリングテストセンター、JWTCS4002：2009

非特許文献4：横井、外1名、“型内押込みヒンジ成形によるヒンジ特性改善効果”、生産研究393、42巻6号、1990年6月、p.97- p.100

非特許文献5：“プラスチックの環境応力割れ”、大阪産業技術研究所、Technical Sheet、NO.98037

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一方、複数の条件下での高分子材料の劣化は、プラスチックの環境応力割れに関する非特許文献5を除いて報告が少ない。特に、環境劣化要因と折り曲げ応力とを与えることで高分子材料を複合劣化させた報告は、確認できない。現状、それらの条件下で生じる劣化を合わせて促進させる場合には、それぞれの条件毎に用意された各耐候性試験装置への高分子材料の入れ替え作業が発生するため、非効率的であるという課題があった。

[0006] 本開示は、上記事情に鑑みてなされたものであり、本開示の目的は、高分子材料の複合劣化を効率的に促進可能な技術を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の一態様の劣化促進方法は、高分子材料の複合劣化を促進させる劣化促進方法において、付加装置により、前記高分子材料に光を含む環境劣化要因を与える第1のステップと、屈曲機構により、前記高分子材料に繰り返される折り曲げ応力を与える第2のステップと、測定装置により、前記高分子材料の赤外分光分析結果に基づき、前記高分子材料の劣化進行状態を測定する第3のステップと、を行う。

[0008] 本開示の一態様の劣化促進装置は、高分子材料の複合劣化を促進させる劣化促進装置において、前記高分子材料に光を含む環境劣化要因を与える付加装置と、前記高分子材料に繰り返される折り曲げ応力を与える屈曲機構と、前記高分子材料の赤外分光分析結果に基づき、前記高分子材料の劣化進行状態を測定する測定装置と、を備える。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、高分子材料の複合劣化を効率的に促進可能な技術を提供できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、劣化促進装置の全体構成を示す側面図である。

[図2]図2は、図1に示すA-A'断面図である。

[図3]図3は、支持部材、上部固定具、下部固定具、試験体、及び屈曲治具の構成を示す斜視図である。

[図4]図4は、図3に示した支持部材を屈曲させた様子を示す斜視図である。

[図5]図5は、図3に示した屈曲治具が退避位置に移動した様子を示す斜視図である。

[図6]図6は、制御装置、赤外分光分析装置、制御装置及び赤外分光分析装置に接続される各機器の構成を示すブロック図である。

[図7]図7は、劣化促進装置の動作を示すフローチャートである。

[図8]図8は、光源の光が試験体に照射される様子を示す説明図である。

[図9]図9は、光源の光が試験体に照射される様子を示す説明図である。

[図10]図10は、光源の光が試験体に照射される様子を示す説明図である。

[図11]図11は、劣化促進の試験結果を示す説明図である。

[図12]図12は、劣化促進の試験結果を示す説明図である。

[図13]図13は、制御装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照して実施形態について説明する。

[0012] [本開示の概要]

本開示は、高分子材料の複合劣化を促進するための方法及び装置を開示する。具体的には、高分子材料に対して、太陽光を模した光を含む環境劣化要因と繰り返される折り曲げ応力とを与えることにより、高分子材料の複合劣化を促進させる。複合劣化を促進し、赤外分光分析により高分子材料の劣化進行状況を測定する。

[0013] [劣化促進装置の構成]

本実施形態に係る劣化促進装置は、高分子材料の複合劣化を促進させるための装置である。高分子材料とは、折り曲げられる程度の柔軟性を備え、紫外線劣化が想定されるプラスチック材料である。高分子材料とは、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレンである。

[0014] 図1は、本実施形態に係る劣化促進装置の全体構成を示す側面図である。

図2は、図1に示すA-A'方向から見た断面図である。劣化促進装置は、図1に示したように、筐体1と、筐体1の側部近傍に配置された制御装置2と、制御装置2の近傍に配置された赤外分光分析装置3と、を備える。

[0015] [筐体1の構成及び機能]

筐体1は、高分子材料の試験体100に対して太陽光を模した光を含む環境劣化要因を与える付加装置（光源31、温度調整器32、湿度調整器33）と、当該試験体100に対して繰り返される折り曲げ応力等を与える機構部（回転機構51、屈曲機構52、駆動機構53）と、当該試験体100の劣化進行状態を観測する観測部（撮像部71、測定部72）と、を備える。屈曲機構52及び駆動機構53は、図3～図5に図示する。

[0016] 筐体1は、図1に示したように、中空の直方体形状を備え、密閉の内部構造を備える。筐体1の下部には、脚部4が設けられている。筐体1は、脚部4により支持されて平坦な床面上に設置されている。

[0017] 筐体1の内部には、天板11の中心部と底板12との各中心部を連結する支柱13が設置されている。支柱13には、上部円盤14及び下部円盤15（固定部材）が連結されている。支柱13において、上部円盤14と下部円盤15との間の部位には、光源31が設置されている。

[0018] 光源31は、太陽光を模した光を周囲（360°の径方向）に照射する。すなわち、光源31は、下部円盤15（固定部材）の中心部に設置され、複数の試験体100に対して光を照射する。光源31は、例えば、紫外線領域の光を含む光を、周囲に存在する試験体100に照射する。光源31は、可視領域、赤外領域の光を照射してもよい。

[0019] 光源31は、例えば、紫外線蛍光ランプ、キセノンランプ、サンシャインカーボンランプ、メタルハライドランプである。光源31は、それらのランプに、放射光の分光放射分布を太陽光に近づけるためのフィルタを組み合わせたものでもよい。光源31は、「ISO 11341」、「JIS K 5600-7-7」、「JIS K 7350-2」等に準ずる試験を実施するものを使用可能である。

[0020] 上部円盤14の上面には、筐体1の内部を所定の湿度に維持する温度調整

器 3 2 が設けられている。筐体 1 の内部側面には、筐体 1 の内部を所定の温度に維持する湿度調整器 3 3 が設けられている。

[0021] 支柱 1 3 は、回転機構 5 1 により、長手方向を回転軸として回転可能である。すなわち、回転機構 5 1 を制御することにより、上部円盤 1 4 及び下部円盤 1 5 を、支柱 1 3（中心軸）を中心として回転動が可能である。

[0022] 回転機構 5 1 は、例えばステッピングモータを搭載しており、上部円盤 1 4 及び下部円盤 1 5 を回転させ、所定の角度で停止させることができる。回転機構 5 1 は、下部円盤 1 5（固定部材）を回転させることにより、複数の試験体 1 0 0 が順繰りに撮像部 7 1 及び測定部 7 2 による撮像範囲・測定位置に位置するように制御する。

[0023] 図 2 に示したように、下部円盤 1 5 の上面には、円周方向に沿って複数（この例では、10 個）の支持部材 1 6 が等間隔で立設されている。各支持部材 1 6 の側部近傍には、下部固定具 1 8（図 1 参照）が設置され、更に下部固定具 1 8 の上方となる位置には、下部固定具 1 8 と対をなす上部固定具 1 7（図 1 参照）が設置されている。上部固定具 1 7 は、支持部材 1 6 の上部に連結して支持されている。

[0024] 図 3 は、支持部材 1 6 及びその側部近傍に設置された上部固定具 1 7、下部固定具 1 8、及び試験体 1 0 0 の構成を示す斜視図である。図 3 に示すように、上部固定具 1 7 と下部固定具 1 8 の間には、短冊状の試験体 1 0 0 が配置されている。すなわち、各試験体 1 0 0 は、円形をなす下部円盤 1 5（固定部材）の円周上に設置されている（図 2 参照）。

[0025] 試験体 1 0 0 の上端部は、上部固定具 1 7 に連結されている。試験体 1 0 0 の下端部は、下部固定具 1 8 に連結されている。すなわち、上部固定具 1 7 及び下部固定具 1 8 を操作して試験体 1 0 0 を着脱可能である。

[0026] 支持部材 1 6 の上下方向のほぼ中央には、屈曲機構 5 2 が設置されている。屈曲機構 5 2 は、制御装置 2 の制御により支持部材 1 6 を所定の角度だけ屈曲させる。例えば、屈曲機構 5 2 は、支持部材 1 6 を $\pm 30^\circ$ 、 $\pm 60^\circ$ 、 $\pm 90^\circ$ 、 $\pm 120^\circ$ 、 $\pm 180^\circ$ に屈曲させる。

- [0027] 下部固定具 18 には、2本の屈曲治具 19A、19Bが連結されている。各屈曲治具 19A、19Bの先端部 PA、PBは、円筒形状である。2本の屈曲治具 19A、19Bの先端部 PA、PBにて、試験体 100のほぼ中央部を挟持できる。
- [0028] 従って、屈曲機構 52を制御して支持部材 16を屈曲させると、試験体 100を屈曲させることができる。すなわち、図 3に示したように、試験体 100の中央部は、2つの屈曲治具 19A、19Bの先端部 PA、PBにより挟持されている。このため、支持部材 16を所定角度だけ屈曲させると、図 4に示すように、上部固定具 17に連結された試験体 100は、先端部 PA、PBにて挟持された部位を支点として所定角度だけ屈曲する。すなわち、屈曲機構 52は、試験体 100の伸長、屈曲を切り替え、折り曲げ応力を与える。
- [0029] 下部固定具 18には、駆動機構 53が搭載されている。駆動機構 53は、制御装置 2の制御により、2つの屈曲治具 19A、19Bを個別に退避させる。具体的には、図 5に示すように、駆動機構 53は、屈曲治具 19Bを下方に倒して退避させることができる。屈曲治具 19Aについても同様に、駆動機構 53は、屈曲治具 19Aを下方に倒して退避させることができる。
- [0030] 以降では、屈曲治具 19A、19Bを下方に倒した位置を「退避位置」という。屈曲治具 19A、19Bが試験体 21を挟持した位置を「作動位置」という。
- [0031] 屈曲治具 19A、19Bのうち、内側（光源 31側）となる屈曲治具 19Aを退避位置に移動させることにより、光源 31が試験体 100に照射する光が屈曲治具 19Aに遮られることを回避する。外側となる屈曲治具 19Bを退避位置に移動させることにより、撮像部 71及び測定部 72が試験体 100を撮像・測定する際に、屈曲治具 19Bが障害になることを回避する。すなわち、駆動機構 53は、各屈曲治具 19A、19Bを作動位置及び退避位置のいずれか一方の位置に駆動（移動）可能である。
- [0032] 図 1に戻り、筐体 1の内側の側面の適所には、撮像部 71が設置されてい

る。すなわち、撮像部 7 1 は、下部円盤 1 5（固定部材）の周囲に設置されている。撮像部 7 1 は、例えば、光学カメラ、CCDカメラ、顕微鏡である。撮像部 7 1 は、試験体 1 0 0 の中央部近傍を撮像可能な位置に設置されている。すなわち、撮像部 7 1 により、試験体 1 0 0 を撮像する。

[0033] 筐体 1 の中空内部には、測定部 7 2 が配置されている。すなわち、測定部 7 2 は、下部円盤 1 5（固定部材）の周囲に配置されている。測定部 7 2 は、光ファイバを介して赤外分光分析装置 3 に取り付けられている。測定部 7 2 は、赤外分光分析装置 3 による制御により試験体 1 0 0 に押し付けられ、試験体 1 0 0 への照射光を取得するための部位として機能する。

[0034] [制御装置 2 及び赤外分光分析装置 3 の構成及び機能]

図 6 は、制御装置 2、赤外分光分析装置 3、制御装置 2 及び赤外分光分析装置 3 に接続される各機器の構成を示すブロック図である。各機器とは、上述した付加装置（光源 3 1、温度調整器 3 2、湿度調整器 3 3）、機構部（回転機構 5 1、屈曲機構 5 2、駆動機構 5 3）、観測部（撮像部 7 1、測定部 7 2）である。制御装置 2 と赤外分光分析装置 3 は、物理的に 1 つの測定装置で構成してもよい。

[0035] 赤外分光分析装置 3 は、光ファイバを介して測定部 3 4 に接続され、制御装置 2 にも電氣的物理的に接続されている。赤外分光分析装置 3 は、例えば、「JIS K 0117」に準ずるフーリエ変換形赤外分光光度計である。赤外分光分析装置 3 は、試験体 1 0 0 の赤外分光分析を実施可能な分析装置であればよい。

[0036] 赤外分光分析装置 3 は、試験体 1 0 0 の赤外分光分析を行う装置である。光ファイバのみが筐体 1 の内部に導入されており、赤外分光分析装置 3 は、測定時に測定部 3 4 を試験体 1 0 0 に押し付け、試験体 1 0 0 に吸光されたカルボニル基とメチレン基の各吸光度を、光ファイバを介して測定する。赤外分光分析装置 3 は、各吸光度の測定値を制御装置 2 に出力する。カルボニル基とメチレン基は、観測データの例である。試験体 1 0 0 の劣化進行状態を測定可能なデータであればよい。

- [0037] 制御装置 2 は、光源 3 1 と、温度調整器 3 2 と、湿度調整器 3 3 と、回転機構 5 1 と、屈曲機構 5 2 と、駆動機構 5 3 と、撮像部 7 1 と、に電氣的物理的に接続されている。制御装置 2 は、図 6 に示したように、制御部 9 1 と、処理部 9 2 と、表示部 9 3 と、記憶部 9 4 と、を備える。
- [0038] 制御部 9 1 は、光源 3 1 の点灯、消灯、照度を制御する。
- [0039] 制御部 9 1 は、温度調整器 3 2 を制御することにより、筐体 1 内の温度が所定の温度になるように制御する。
- [0040] 制御部 9 1 は、湿度調整器 3 3 を制御することにより、筐体 1 内の湿度が所定の湿度になるように制御する。
- [0041] 制御部 9 1 は、回転機構 5 1 を制御することにより、支柱 1 3 を回転させ、ひいては上部円盤 1 4 及び下部円盤 1 5 を回転させる。例えば、制御部 9 1 は、支柱 1 3 を 3 6° 刻みで回転させることにより、下部円盤 1 5 に設置された 1 0 個の試験体 1 0 0 が撮像部 7 1 の撮像範囲、測定部 7 2 の測定位置に位置するように制御する。
- [0042] 制御部 9 1 は、1 0 個の試験体 1 0 0 に対してそれぞれ設けられている屈曲機構 5 2 を制御することにより、各試験体 1 0 0 に対応する支持部材 1 6 が所定の角度だけ屈曲するように制御する。例えば、制御部 9 1 は、1 0 個の試験体 1 0 0 の屈曲角度が、それぞれ 3 0°、6 0°、9 0°、1 2 0°、1 8 0°、−3 0°、−6 0°、−9 0°、−1 2 0°、−1 8 0° となるように制御する。屈曲機構 5 2 は、「JIS P8115」、「JIS-K5600」、「JIS C 3005」等に準ずる試験を実施できる構成とするとよい。
- [0043] 各試験体 1 0 0 の屈曲角度は、任意に設定できる。例えば、1 0 個の試験体 1 0 0 の屈曲角度を全て同一の角度に設定してもよいし、1 0 個の試験体 1 0 0 を 5 個ずつに区分し、それぞれの区分の試験体 1 0 0 を同一の角度に設定してもよい。すなわち、複数の試験体 1 0 0 を、第 1 の角度に屈曲させる試験体、及び第 2 の角度に屈曲させる試験体に区分し、屈曲機構 5 2 は、各試験体 1 0 0 を当該区分した角度で伸長、屈曲させるようにしてもよい。また、1 0 個の試験体 1 0 0 を全て異なる屈曲角度に設定してもよい。

- [0044] 制御部91は、10個の試験体100に対してそれぞれ設けられている屈曲機構52を制御することにより、各試験体100に対応する支持部材16が屈曲、伸長を繰り返す屈曲回数が所定の回数となるように制御する。例えば、制御部91は、10個の試験体100の屈伸回数を5回、10回、15回、20回となるように制御する。
- [0045] 各試験体100の屈伸回数は、任意に設定できる。例えば、10個の試験体100の屈伸回数を全て同一に設定してもよいし、10個の試験体100を5個ずつに区分し、それぞれの区分の試験体100の屈伸回数を同一に設定してもよい。すなわち、複数の試験体100を、第1の回数だけ伸長、屈曲を繰り返す試験体100、及び第2の回数だけ伸長、屈曲を繰り返す試験体100に区分し、屈曲機構52は、当該区分ごとに設定した屈伸回数だけ各試験体100を伸長、屈曲させるようにしてもよい。また、10個の試験体100の屈伸回数を全て異なる回数に設定してもよい。
- [0046] 制御部91は、駆動機構53を制御することにより、2つの屈曲治具19A、19Bをそれぞれ上述した作動位置、及び退避位置のいずれかとなるように制御する。
- [0047] 処理部92は、撮像部71を制御することにより、試験体100を撮像する。処理部92は、試験体100の撮像画像を取得する。
- [0048] 処理部92は、赤外分光分析装置3から、試験体100の赤外分光分析の測定値を取得する。すなわち、処理部92は、試験体100に吸光されたカルボニル基とメチレン基の各吸光度の測定値を取得する。そして、処理部92は、取得した試験体100のカルボニル基とメチレン基の各吸光度を基に試験体100のカルボニルインデックス値（＝カルボニル基とメチレン基の吸光度の比）を算出し、算出したカルボニルインデックス値及び撮像画像（画像情報）を基に試験体100の劣化進行状態を測定する。例えば、処理部92は、撮像部71で撮像された試験体100の画像を取得し、当該画像を解析することにより試験体100に生じるクラックの深さを測定する。
- [0049] 処理部92は、試験体100のカルボニルインデックス値が閾値以上に増

加したかを判定し、試験体100のクラックの深さが閾値以上に進行したかを判定し、それぞれの判定結果に応じて、付加装置（光源31、温度調整器32、湿度調整器33）による環境劣化要因の付与の有無、機構部（回転機構51、屈曲機構52、駆動機構53）による折り曲げ応力等の付与の有無を制御する。例えば、処理部92は、光源31の点灯を消灯に切り替える。例えば、処理部92は、屈曲機構52による折り曲げ応力の付与を停止する。

[0050] すなわち、処理部92は、試験体100のカルボニルインデックス値や試験体100のクラックの深さが予め設定された値以上となったと判定された場合、又は耐候性試験総時間が予め設定された時間以上になった場合に劣化促進装置を停止し、それ以外の場合は劣化促進の試験を進行する。

[0051] 表示部93は、例えば、試験体100の撮像画像、試験体100の厚さやクラックの深さ等の各種測定値を表示する。表示部93は、クラックの深さが所定値以上になった際に、警報を示す情報を表示してもよい。

[0052] 記憶部94は、例えば、試験体100の撮像画像、試験体100の厚さやクラックの深さ等の各種測定値を記憶する。

[0053] [劣化促進装置の動作]

次に、上記のように構成された本実施形態に係る劣化促進装置の動作を、図7に示すフローチャート、及び図8～図10に示す動作図を参照して説明する。なお、目的に応じて耐候性試験条件および折り曲げ条件は指定でき、様々なパターンが考えられるため、各種設定値等は下記に限定されない。

[0054] ステップS1；

まず、赤外分光分析装置3が、試験体100の赤外分光分析を行う。具体的には、制御装置2が、回転機構51を制御することにより、10個の試験体100のうちいずれかの試験体100を測定部34の正面に移動させる。赤外分光分析装置3は、測定部34を当該試験体100に押し付け、当該試験体100に吸光されたカルボニル基とメチレン基の各吸光度を測定する。赤外分光分析装置3は、残りの試験体100についても各吸光度を測定する

。

[0055] ステップS 2 ;

次に、制御装置 2 は、測定された各試験体 100 のカルボニル基とメチレン基の各吸光度を基に、式 (1) より各試験体 100 のカルボニルインデックス値の初期値を算出する。

[0056] $C I = A / B \cdots (1)$

C I は、カルボニルインデックス値である。A は、 1715 cm^{-1} 付近のカルボニル基の吸光度 ($= I - I_0$) である。B は、 2020 cm^{-1} 付近のメチレン基の吸光度 ($= I - I_0$) である。I は、それぞれの波数の吸光度である。I₀ は、それぞれの波数のベースライン法によるベースラインの吸光度である。試験体 100 の状態や測定条件によって吸収位置が前後する場合がありますため、カルボニルインデックス値の計算式は、式 (1) に限定されない。

[0057] ステップS 3 ;

次に、制御装置 2 は、光源 31、温度調整器 32、湿度調整器 33 を制御することにより、耐候性試験を予め設定していた条件で A 時間実施する。例えば、耐候性試験の設定は、「JIS K 5600-7-7」及び「JIS K 7350-2」に準拠し、ブラックパネル温度 63°C 、槽内温度 38°C 、湿度 $50\% \text{RH}$ とする。水スプレーの時間は、2 時間中 18 分とする。例えば、図 8 に示すように、光源 31 を点灯して光源 31 を中心とした周囲全体 (360° の方向) に太陽光を模した光を一定時間だけ継続して照射する。波長 $300\text{ nm} \sim 400\text{ nm}$ における紫外放射強度は、 $60\text{ W}/\text{m}^2$ とする。このような条件下で、試験体 100 の促進劣化を 100 時間行う。

[0058] ステップS 4 ;

次に、赤外分光分析装置 3 は、試験体 100 の赤外分光分析を再度行う。具体的には、赤外分光分析装置 3 は、各試験体 100 のカルボニル基とメチレン基の各吸光度を再測定する。

[0059] ステップS 5 ;

次に、制御装置 2 は、再測定されたカルボニル基とメチレン基の各吸光度

を基に、耐候性試験をA時間実施後の各試験体100のカルボニルインデックス値を算出する。

[0060] ステップS6；

次に、制御装置2は、試験体100毎に、耐候性試験後のカルボニルインデックス値が耐候性試験前のカルボニルインデックス値に対して何%増加しているかを算出する。制御装置2は、カルボニルインデックス値がユーザから予め設定されたB%（例えば、0.1%）以上増加した試験体100が存在するか否かを判定する。

[0061] ステップS7；

カルボニルインデックス値がB%以上増加した試験体100が存在しない場合には、制御装置2は、耐候性試験の総時間が指定されたC時間（例えば、3000時間）を超えた否かを判定する。耐候性試験の総時間がC時間を超えていない場合には、ステップS3へ戻る。耐候性試験の総時間がC時間を超えている場合には、全ての処理を終了する。

[0062] ステップS8；

カルボニルインデックス値がB%以上増加した試験体100が存在する場合には、制御装置2は、屈曲機構52を制御することにより、試験体100の折り曲げを予め設定していた条件で実施する。例えば、制御装置2は、図9及び図10に示すように、試験体100がD°（例えば、±30°、±60°、±90°、±120°、±180°）となるように制御する。また、制御装置2は、この屈曲、伸長を行う動作を所定のE回（例えば、10回、30回）繰り返す。

[0063] ステップS9；

次に、制御装置2は、撮像部71を制御することにより、各試験体100をそれぞれ撮影する。例えば、制御装置2は、各試験体100の折り曲げ箇所を撮像する。ユーザは、各試験体100の撮像画像より、試験体100の劣化状態を観察する。

[0064] ステップS10；

次に、制御装置 2 は、各試験体 100 の撮像画像を解析し、各試験体 100 の厚さ、各試験体 100 に生じているクラックの深さを測定する。

[0065] ステップ S 11 ;

最後に、制御装置 2 は、試験体 100 毎に、試験体 100 の厚さ及びクラックの深さに基づき、クラックの深さが試験体 100 に対して何%進行しているかを算出する。制御装置 2 は、ユーザから予め設定された F% (例えば、50%) よりも算出した値が大きい試験体 100 が存在するか否かを判定する。そして、F% よりも算出した値が大きい試験体 100 が存在しない場合には、ステップ S 3 へ戻る。F% よりも算出した値が大きい試験体 100 が存在する場合には、全ての処理を終了する。

[0066] すなわち、劣化促進装置は、ステップ S 3 ~ ステップ S 11 のループを繰り返し、例えば、カルボニルインデックス値が 0.1% ずつ増加する毎に、試験体 100 の折り曲げを繰り返し、全ての試験体 100 においてクラック深さが試験体 100 に対して 50% 以上となったとき、又は耐候性試験の総時間が 3000 時間を超えたとき、すなわち、ステップ S 3 ~ ステップ S 11 のループ回数が 30 回となったときに、予め設定されていたプログラムの分岐条件に従って停止する。

[0067] [劣化促進の試験結果]

図 11 は、1 種類の試験体に対して設定した複数の条件と、それぞれ劣化促進装置停止時のカルボニルインデックス値上昇率及びクラック深さの結果例である。試験体は、大きさ 4 cm × 10 cm 程度、全体の厚み 5 mm 程度、ヒンジ箇所の厚み 1 mm 程度のポリプロピレンを用いた。試験体の折り曲げ箇所外側に光照射できるように設定し、折り曲げ角度を 30°、60°、90°、120°、180° に設定し、折り曲げ回数を 10、30 回に設定した。

[0068] 折り曲げ角度の大きい条件 8 ~ 条件 10 の試験体が、それぞれループ回数 25、20、15 回の段階で、設定していたクラック深さ 50% 以上と判定された。一方、折り曲げ角度の小さい条件 1 ~ 条件 7 の試験体は、紫外線照

射時間は条件8～条件10よりも長い、ループ回数30回を経て、カルボニルインデックス値が上昇した後もクラック深さがまだ設定値未満である。この試験結果より、環境劣化要因と折り曲げに試験体が耐えられる範囲を効率的に切り分けることができる。

[0069] 例えば、前述の試験結果から、この高分子材料は、折り曲げ角度90°以内で使用すれば、屋外で長期間利用することが可能であることがわかる。これは、耐候性試験と耐折り曲げ試験の単純な組み合わせからは容易に推測ができない。なお、折り曲げ角度・回数等は、目的に応じて任意に設定すればよく、この数値に限定されない。

[0070] 図12は、3種類の試験体に対して設定した条件と、劣化促進装置停止時のカルボニルインデックス値上昇率及びクラック深さの結果例である。試験体は、大きさ4cm×10cm程度、全体の厚み5mm程度、ヒンジ箇所の厚み1mm程度のポリプロピレンを用いた。試験体の折り曲げ箇所外側に光照射できるように設定し、折り曲げ角度を90°、120°、180°に設定し、折り曲げ回数を30回に設定した。

[0071] 試験体Aは、120度までの折り曲げであれば、クラック深さが50%未満に抑えられることが分かった。ただし、試験体Aのようにそもそもカルボニルインデックス値が上昇しない試験体は、本実施形態の劣化促進方法を適用せず、折り曲げ試験単独での評価が可能である。

[0072] 一方で、試験体Bは、カルボニルインデックス値が上昇したものの、90度までの折り曲げであればクラック深さが50%未満に抑えられることが分かった。また、試験体Cは、180度まで折り曲げてもクラック深さが50%未満に抑えられた。いずれも本実施形態の劣化促進方法による評価結果に基づき適切な折り曲げ角度を設定することにより、長期間の使用が可能となる。

[0073] [実施形態の効果]

本実施形態によれば、劣化促進装置が、高分子材料の試験体100に光を含む環境劣化要因を与える付加装置（光源31、温度調整器32、湿度調整

器33)と、当該試験体100に繰り返される折り曲げ応力等を与える機構部(回転機構51、屈曲機構52、駆動機構53)と、当該試験体100の赤外分光分析結果に基づき、当該試験体100の劣化進行状態を測定する測定装置(制御装置2、赤外分光分析装置3)と、を備えるので、光と折り曲げ応力による高分子材料の複合劣化への耐性を簡便に効率的に評価できる。特に、折り曲げ角度により劣化の進行速度が異なることを評価し、劣化進行の少ない折り曲げ角度の範囲で使うことで、高分子材料の長期安定利用が可能となる。

[0074] [その他]

本開示は、以上に説明した実施の形態に限定されるものではなく、本開示の技術的思想内で、当分野において通常の知識を有する者により、多くの変形および組み合わせが実施可能であることは明白である。

[0075] 上記説明した本実施形態の制御装置2は、例えば、図13に示すように、CPU901と、メモリ902と、ストレージ903と、通信装置904と、入力装置905と、出力装置906と、を備えた汎用的なコンピュータシステムを用いて実現できる。メモリ902及びストレージ903は、記憶装置である。当該コンピュータシステムにおいて、CPU901がメモリ902上にロードされた所定のプログラムを実行することにより、制御装置2の各機能が実現される。

[0076] 制御装置2は、1つのコンピュータで実装されてもよい。制御装置2は、複数のコンピュータで実装されてもよい。制御装置2は、コンピュータに実装される仮想マシンであってもよい。制御装置2用のプログラムは、HDD、SSD、USBメモリ、CD、DVD等のコンピュータ読取り可能な記録媒体に記憶できる。コンピュータ読取り可能な記録媒体は、例えば、非一時的な(non-transitory)記録媒体である。制御装置2用のプログラムは、通信ネットワークを介して配信することもできる。

符号の説明

[0077] 1 筐体

- 2 制御装置
- 3 赤外分光分析装置
- 4 脚部
 - 1 1 天板
 - 1 2 底板
 - 1 3 支柱
 - 1 4 上部円盤
 - 1 5 下部円盤
 - 1 6 支持部材
 - 1 7 上部固定具
 - 1 8 下部固定具
 - 1 9 A、1 9 B 屈曲治具
- 3 1 光源
- 3 2 温度調整器
- 3 3 湿度調整器
- 5 1 回転機構
- 5 2 屈曲機構
- 5 3 駆動機構
- 7 1 撮像部
- 7 2 測定部
- 9 1 制御部
- 9 2 処理部
- 9 3 表示部
- 9 4 記憶部
- 1 0 0 試験体
- 9 0 1 CPU
- 9 0 2 メモリ
- 9 0 3 ストレージ

904 通信装置

905 入力装置

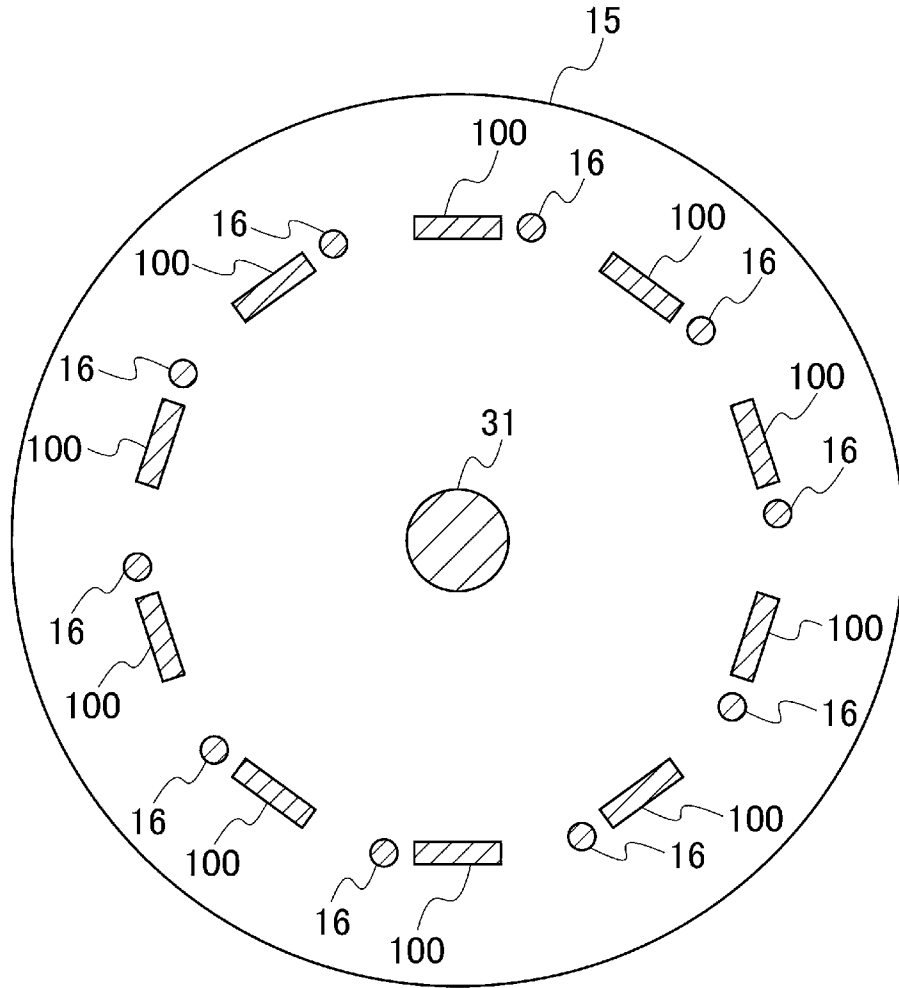
906 出力装置

請求の範囲

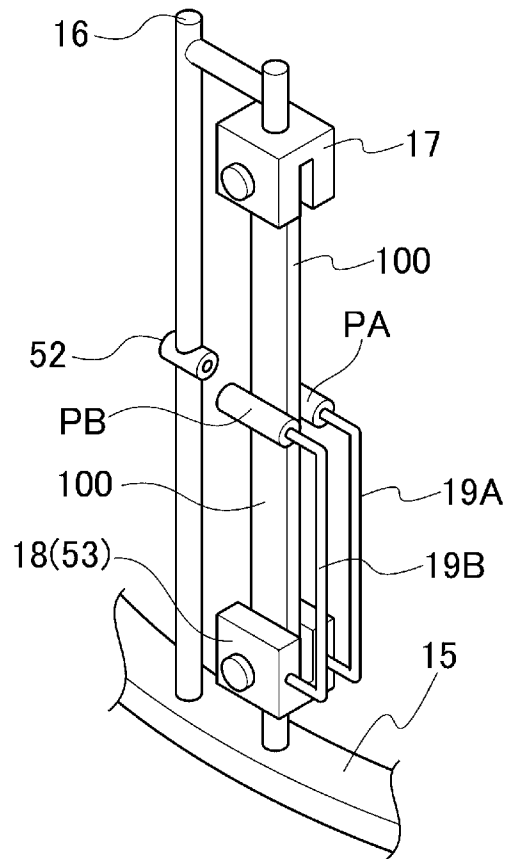
- [請求項1] 高分子材料の複合劣化を促進させる劣化促進方法において、
付加装置により、前記高分子材料に光を含む環境劣化要因を与える第1のステップと、
屈曲機構により、前記高分子材料に繰り返される折り曲げ応力を与える第2のステップと、
測定装置により、前記高分子材料の赤外分光分析結果に基づき、前記高分子材料の劣化進行状態を測定する第3のステップと、
を行う劣化促進方法。
- [請求項2] 前記第3のステップでは、
前記高分子材料の画像情報に基づき、前記高分子材料の劣化進行状態を測定する請求項1に記載の劣化促進方法。
- [請求項3] 前記高分子材料の赤外分光分析結果は、
前記高分子材料のカルボニルインデックス値である請求項1に記載の劣化促進方法。
- [請求項4] 高分子材料の複合劣化を促進させる劣化促進装置において、
前記高分子材料に光を含む環境劣化要因を与える付加装置と、
前記高分子材料に繰り返される折り曲げ応力を与える屈曲機構と、
前記高分子材料の赤外分光分析結果に基づき、前記高分子材料の劣化進行状態を測定する測定装置と、
を備える劣化促進装置。
- [請求項5] 前記高分子材料の赤外分光分析結果は、前記高分子材料のカルボニルインデックス値であり、
前記測定装置は、
前記高分子材料のカルボニルインデックス値が閾値以上に増加したかを判定し、前記高分子材料のクラックの深さが閾値以上に進行したかを判定し、それぞれの判定結果に応じて、前記付加装置による前記環境劣化要因の付与の有無、前記屈曲機構による前記折り曲げ応力の

付与の有無を制御する請求項 4 に記載の劣化促進装置。

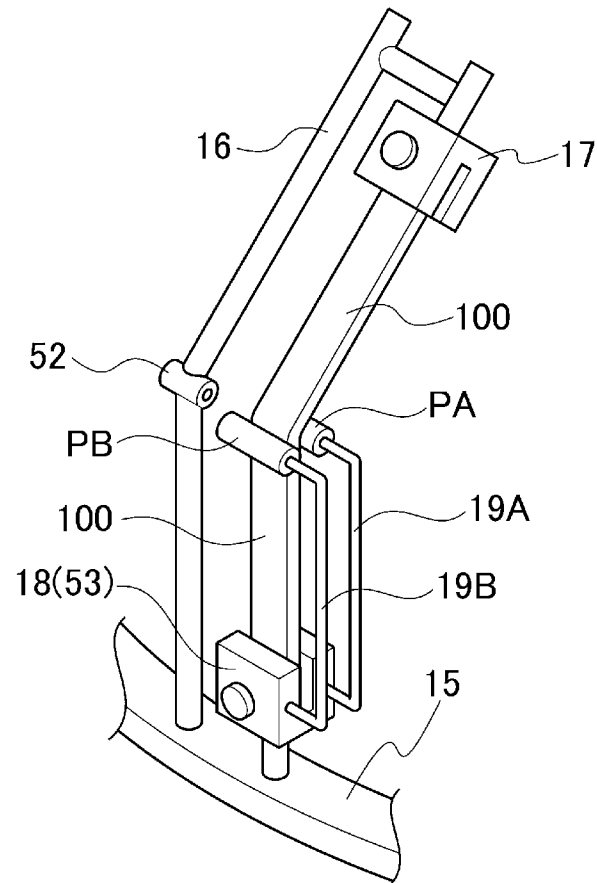
[図2]



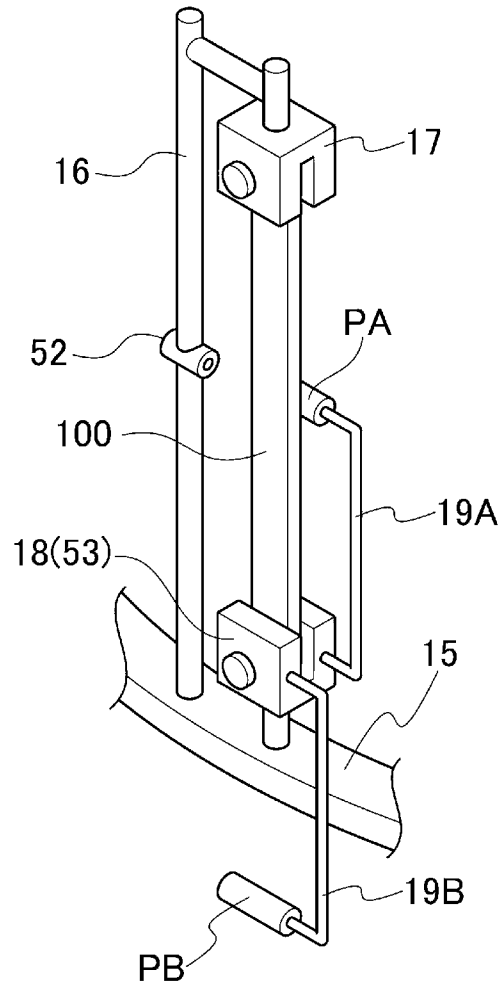
[図3]



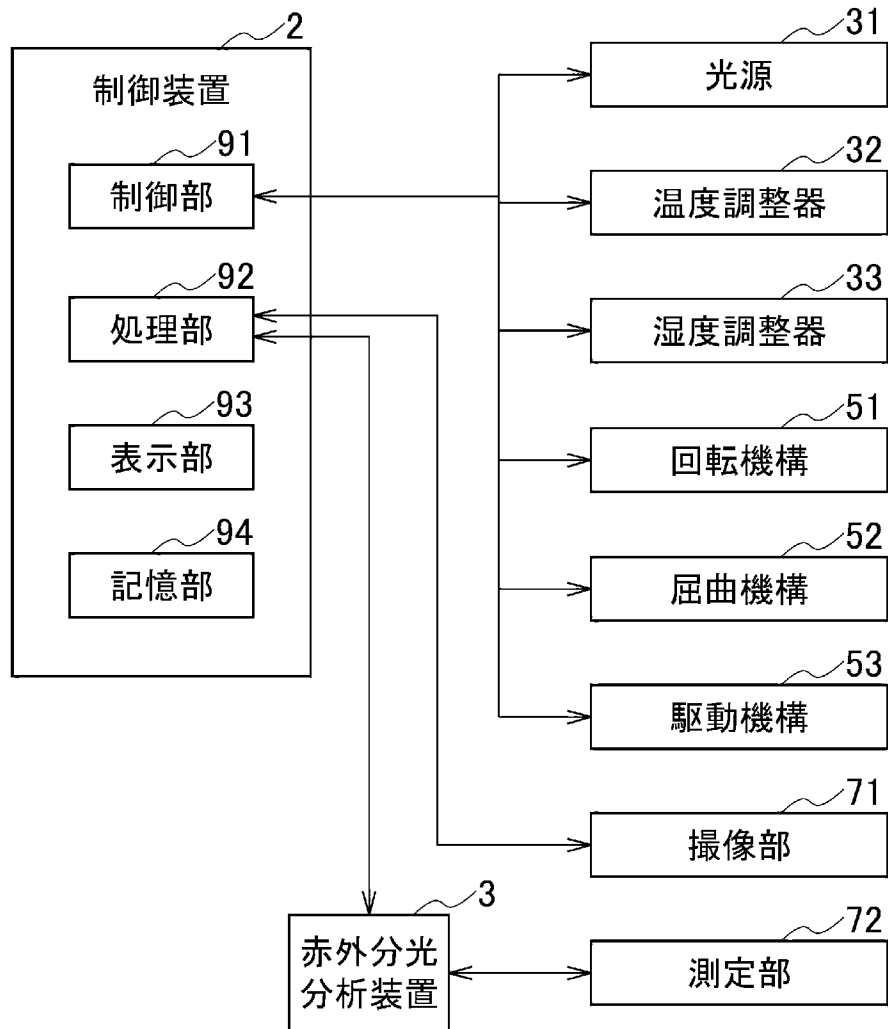
[図4]



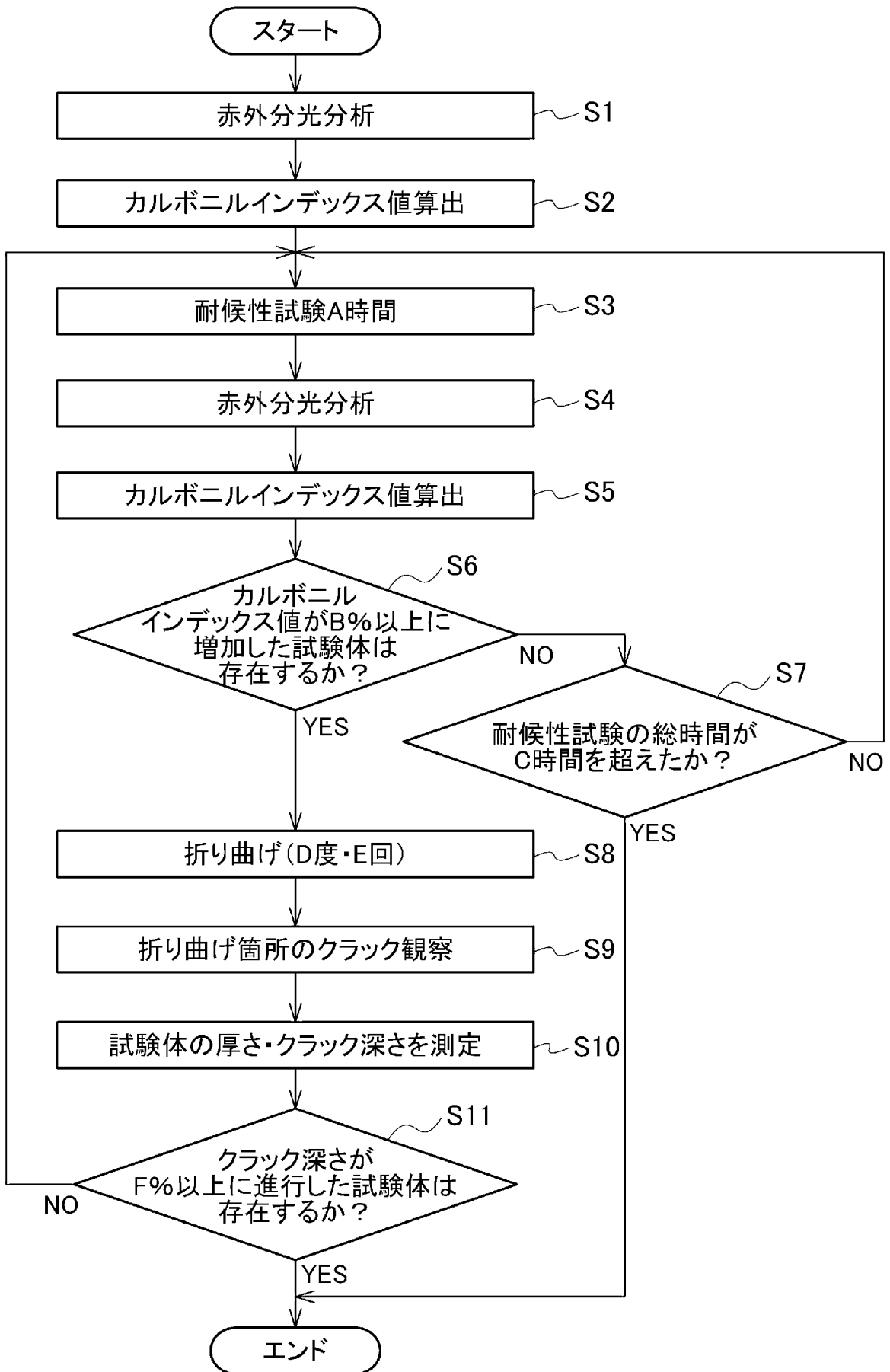
[図5]



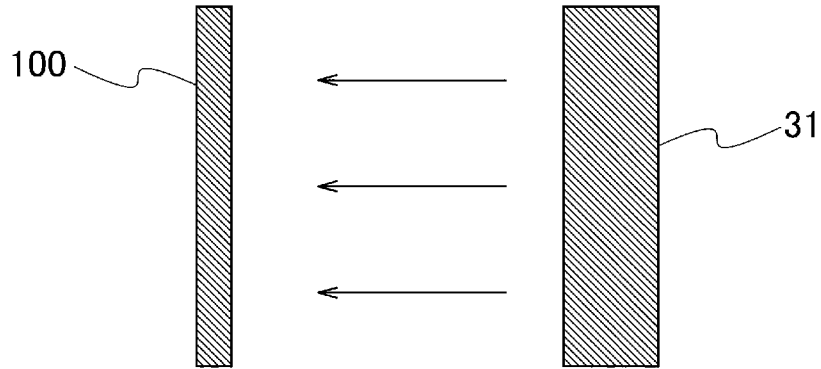
[図6]



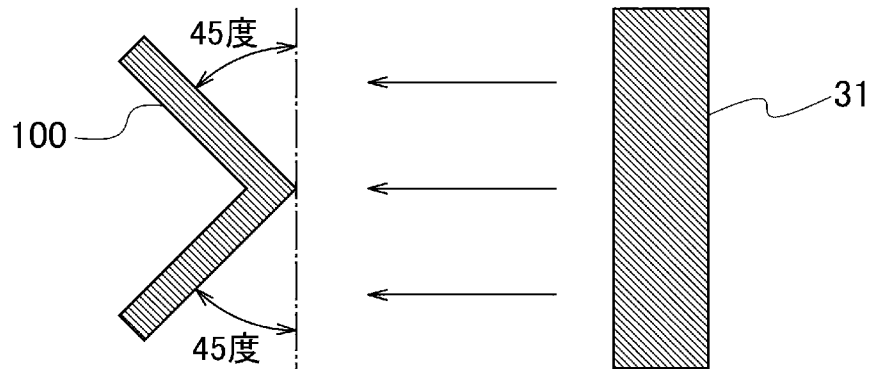
[図7]



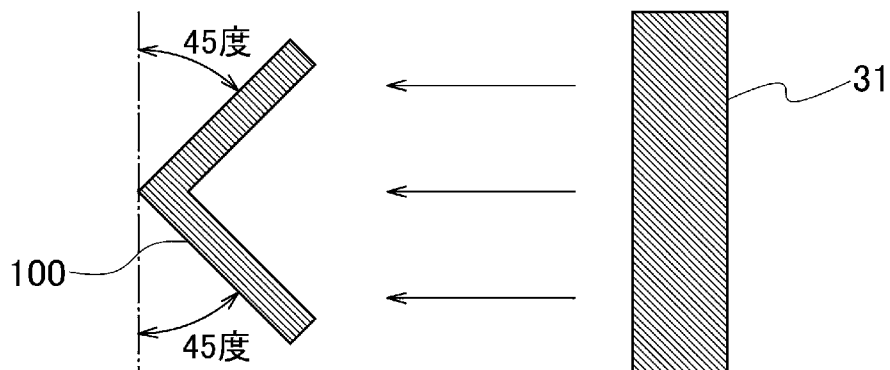
[図8]



[図9]



[図10]



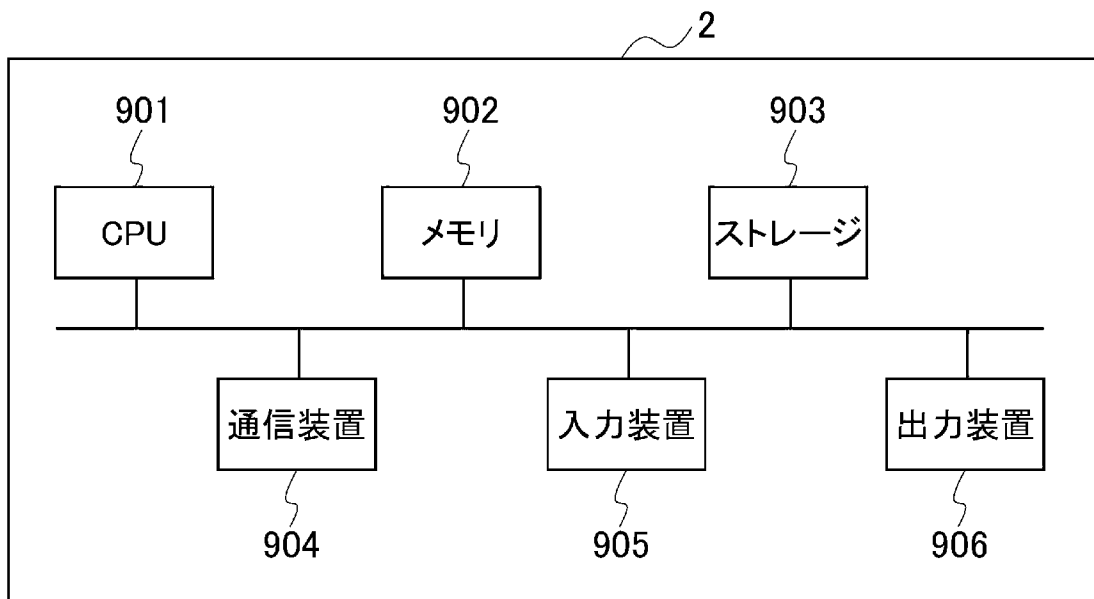
[図11]

	カルボニル インデックス値 上昇率(B%)	折り曲げ角度 (D度)	ステップ毎の 折り曲げ回数 (E回)	クラック深さ (F%以上?)	ループ回数	紫外線照射 (時間)
条件1	1.3	30度	10回	4% NO	30	3,000
条件2	1.2	30度	30回	7% NO	30	3,000
条件3	1.3	60度	10回	6% NO	30	3,000
条件4	1.1	60度	30回	11% NO	30	3,000
条件5	1.2	90度	10回	23% NO	30	3,000
条件6	1.2	90度	30回	46% NO	30	3,000
条件7	1.2	120度	10回	45% NO	30	3,000
条件8	0.7	120度	30回	52% YES	25	2,500
条件9	0.5	180度	10回	51% YES	20	2,000
条件10	0.3	180度	30回	55% YES	15	1,500

[図12]

		カルボニル インデックス値 上昇率(B%)	折り曲げ角度 (D度)	ステップ毎の 折り曲げ回数 (E回)	クラック深さ (F%以上?)	ループ回数	紫外線照射 (時間)
試験体A	条件i	0	90度	30回	15% NO	30	3,000
	条件ii	0	120度	30回	30% NO	30	3,000
	条件iii	0	180度	30回	51% YES	20	2,000
試験体B	条件i	1.0	90度	30回	40% NO	30	3,000
	条件ii	0.7	120度	30回	52% YES	25	2,500
	条件iii	0.3	180度	30回	55% YES	15	1,500
試験体C	条件i	1.4	90度	30回	25% NO	30	3,000
	条件ii	1.5	120度	30回	34% NO	30	3,000
	条件iii	1.4	180度	30回	46% NO	30	3,000

[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/047621

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G01N 17/00</i> (2006.01); <i>G01N 3/34</i> (2006.01); FI: G01N17/00; G01N3/34 C		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01N17/00; G01N3/34		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 4-031739 A (SUGA TEST INSTRUMENTS CO., LTD.) 03 February 1992 (1992-02-03) page 3, upper left column, lines 5-10, upper right column, line 2 to lower left column, line 16, fig. 2-3	1-5
Y	JP 2018-159553 A (SUGA TEST INSTRUMENTS CO., LTD.) 11 October 2018 (2018-10-11) paragraphs [0021]-[0045], fig. 1-5	1-5
Y	US 2021/0292526 A1 (UNIV. SOUTH FLORIDA) 23 September 2021 (2021-09-23) paragraphs [0090]-[0093]	1-5
Y	尾形正岐, プラスチック材料の耐光性評価に関する研究(第2報), 山梨県/令和元年度研究報告, no. 3, https://www.pref.yamanashi.jp/yitc/report_r01.html , (OGATA, Masaki, Study on Evaluation Method for Light Resistance of Plastic Materials (2nd Report), YAMANASHI PREFECTURE, FY2019 Research Report (No. 3)) particularly, abstract, 2-7, 3-10, 3-11	1-5
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 February 2023		Date of mailing of the international search report 07 March 2023
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/047621

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	深谷憲男, 促進暴露を受ける高分子材料の劣化評価, あいち産業科学技術総合センター研究報告, 2015, pages 136-137, (FUKAYA, Norio, Degradation Evaluation of Polymeric Materials Subjected to Accelerated Exposure), non official translation (Report of Aichi Center for Industry and Science Technology) particularly, 2.1-2.4, 3.2	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/047621

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 4-031739 A	03 February 1992	US 5305634 A column 4, lines 17-39, column 5, line 1 to column 6, line 9, fig. 2-3	
JP 2018-159553 A	11 October 2018	(Family: none)	
US 2021/0292526 A1	23 September 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01N 17/00(2006.01)i; G01N 3/34(2006.01)i FI: G01N17/00; G01N3/34 C		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G01N17/00; G01N3/34 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 4-031739 A（スガ試験機株式会社）03.02.1992（1992 - 02 - 03） 第3頁左上欄第5～10行，右上欄第2行～左下欄第16行及び図2～3	1-5
Y	JP 2018-159553 A（スガ試験機株式会社）11.10.2018（2018 - 10 - 11） 段落 [0021] ～ [0045] 及び図1～5	1-5
Y	US 2021/0292526 A1（UNIV SOUTH FLORIDA）23.09.2021（2021 - 09 - 23） 段落 [0090] ～ [0093]	1-5
Y	尾形正岐，プラスチック材料の耐光性評価に関する研究（第2報），山梨県／令和元 年度研究報告，第3号， https://www.pref.yamanashi.jp/yitc/report_r01.html 特に，[要約][2-7][3-10][3-11]	1-5
Y	深谷憲男，促進暴露を受ける高分子材料の劣化評価，あいち産業科学技術総合セン ター 研究報告，2015，pp.136-137 特に，[2.1]～[2.4] [3.2]	1-5
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	21.02.2023	国際調査報告の発送日 07.03.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 北条 弥作子 2J 1168 電話番号 03-3581-1101 内線 3252	

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/047621

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 4-031739 A	03.02.1992	US 5305634 A 第4欄第17～39行、第5欄第1 行～第6欄第9行及び図2～3	
JP 2018-159553 A	11.10.2018	(ファミリーなし)	
US 2021/0292526 A1	23.09.2021	(ファミリーなし)	