

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第3部門第3区分

【発行日】平成30年4月19日(2018.4.19)

【公表番号】特表2017-512244(P2017-512244A)

【公表日】平成29年5月18日(2017.5.18)

【年通号数】公開・登録公報2017-018

【出願番号】特願2016-557017(P2016-557017)

【国際特許分類】

C 0 8 G 73/04 (2006.01)

C 0 8 J 3/20 (2006.01)

C 0 8 L 79/02 (2006.01)

C 0 8 L 77/10 (2006.01)

C 0 8 L 23/06 (2006.01)

C 0 8 K 3/04 (2006.01)

C 0 8 K 7/06 (2006.01)

C 0 8 K 7/14 (2006.01)

【F I】

C 0 8 G 73/04

C 0 8 J 3/20 C E Z B

C 0 8 L 79/02

C 0 8 L 77/10

C 0 8 L 23/06

C 0 8 K 3/04

C 0 8 K 7/06

C 0 8 K 7/14

【手続補正書】

【提出日】平成30年3月9日(2018.3.9)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

ポリマーが非可鍛性状態を該ポリマーに与える共有結合交換反応率を示す、転移温度を下回る低い温度範囲; および

ポリマーが可鍛性状態を該ポリマーに与える共有結合交換反応率を示す、該転移温度を上回る高い温度範囲

を含む温度範囲への曝露により、非可鍛性状態と可鍛性状態との間でおよび可鍛性状態と非可鍛性状態との間で少なくとも1サイクルの転移を繰り返すことができ、少なくとも1つの芳香族アルデヒド基またはケトン基を含むジカルボニルモノマー、ジアミンモノマー、および架橋剤から調製される、イミン連結ポリマーであって、

該転移温度が10 ~ 250 である、イミン連結ポリマー。

【請求項2】

ビトリマー(vitrimer)である、請求項1記載のイミン連結ポリマー。

【請求項3】

前記結合交換反応が、イミン形成反応、イミン交換反応、およびイミン加水分解反応からなる群より選択される、請求項1記載のイミン連結ポリマー。

【請求項4】

転移温度が30 ~ 250 である、請求項1記載のイミン連結ポリマー。

【請求項5】

弾性であり、150%の伸長を超えてひずむことができる、請求項1記載のイミン連結ポリマー。

【請求項6】

疎水性であり、24時間、水溶液中に浸漬された場合に10%未満の重量増加を示す、請求項1記載のイミン連結ポリマー。

【請求項7】

触媒を含まない、請求項1記載のイミン連結ポリマー。

【請求項8】

架橋剤が多価カルボニルモノマーまたは多価アミンモノマーを含む、請求項1記載のイミン連結ポリマー。

【請求項9】

ジアミンモノマーが少なくとも1つの脂肪族アミン基を含む、請求項1記載のイミン連結ポリマー。

【請求項10】

請求項1記載のイミン連結ポリマー（結合材）および充填材を含む、複合材料。

【請求項11】

結合材と充填材との比率が99:1 ~ 1:99である、請求項10記載の複合材料。

【請求項12】

充填材が繊維充填材または非繊維充填材である、請求項10記載の複合材料。

【請求項13】

請求項10記載の複合材料を加工する方法であって、

a.) 少なくとも1級アミン部分を含む分子を含む液体と該複合材料を接触させる段階；
および

b.) 該複合材料を段階a.)の液体中に実質的に溶解させる段階；および

c.) ポリマー溶液を繊維または非繊維充填材料から分離する段階
を含む、該方法。

【請求項14】

繊維およびイミン連結ポリマーのシートを熱加圧する段階を含む、請求項10記載の複合材料を作製するための方法。

【請求項15】

請求項10記載の複合材料を作製するための方法であって、

a.) 少なくとも2プライの複合材の中間に少なくとも1つのイミン連結ポリマー層を組み
合わせる段階；および

b.) 段階a.)の組み合わせた層およびプライを、転移温度を上回る温度まで加熱する段
階；および

c.) 段階b.)の加熱された、組み合わせた層およびプライを、金型に加圧する段階；お
よび

d.) 段階c.)の加熱された、組み合わせた層およびプライを、該転移温度を下回る温度
まで冷却させる段階

を含む、該方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

1つの局面において、相対湿度の範囲への曝露により非可鍛性状態と可鍛性状態との間

でおよび可鍛性状態と非可鍛性状態との間で少なくとも1サイクルの転移を繰り返すことができるポリイミンポリマーは、該ポリマーが非可鍛性状態をポリマーに与える共有結合反応率を示す、転移相対湿度点を下回る低い湿度範囲；および該ポリマーが可鍛性状態をポリマーに与える共有結合反応率を示す、転移相対湿度点を上回る高い湿度範囲を含み；およびここでポリイミンポリマーは該低い湿度範囲において自己修復することができる。

[本発明1001]

ポリマーが非可鍛性状態を該ポリマーに与える共有結合交換反応率を示す、転移温度を下回る低い温度範囲；および

ポリマーが可鍛性状態を該ポリマーに与える共有結合交換反応率を示す、該転移温度を上回る高い温度範囲

を含む温度範囲への曝露により、非可鍛性状態と可鍛性状態との間でおよび可鍛性状態と非可鍛性状態との間で少なくとも1サイクルの転移を繰り返すことができるポリイミンポリマー。

[本発明1002]

ビトリマー(vitriimer)である、本発明1001のポリイミンポリマー。

[本発明1003]

前記結合交換反応が、イミン形成反応、イミン交換反応、およびイミン加水分解反応から本質的になる群より選択される、本発明1001のポリイミンポリマー。

[本発明1004]

転移温度が約10 ~ 約250 である、本発明1001のポリイミンポリマー。

[本発明1005]

転移温度が約30 ~ 約250 である、本発明1001のポリイミンポリマー。

[本発明1006]

転移温度が約30 ~ 約100 である、本発明1001のポリイミンポリマー。

[本発明1007]

転移温度が約56 からである、本発明1001のポリイミンポリマー。

[本発明1008]

約1.0 ~ 約1.8 GPaのヤング率を示す、本発明1001のポリイミンポリマー。

[本発明1009]

約40 ~ 約58 MPaの引張強度率を示す、本発明1001のポリイミンポリマー。

[本発明1010]

約80 の加工温度を示す、本発明1001のポリイミンポリマー。

[本発明1011]

約1.0 ~ 約1.8 GPaのヤング率；および

約40 ~ 約58 MPaの引張強度率；および

約80 の加工温度

を示す、本発明1001のポリイミンポリマー。

[本発明1012]

ポリイミンポリマーの応力緩和がアレニウス様の温度依存を示す、本発明1001のポリイミンポリマー。

[本発明1013]

触媒を含まない、本発明1001のポリイミンポリマー。

[本発明1014]

弾性であり、150%の伸長を超えてひずむことができる、本発明1001のポリイミンポリマー。

[本発明1015]

疎水性であり、24時間、水溶液中に浸漬された場合に10%未満の重量増加を示す、本発明1001のポリイミンポリマー。

[本発明1016]

水溶液が水である、本発明1015のポリイミンポリマー。

[本発明1017]

ジカルボニルモノマー、ジアミンモノマー、および架橋剤を含む、本発明1001のポリイミンポリマー。

[本発明1018]

少なくとも1つのジカルボニルモノマー、少なくとも1つのジアミンモノマー、および少なくとも1つの架橋剤の縮合によって調製される、本発明1001のポリイミンポリマー。

[本発明1019]

少なくとも1つの架橋剤が多価カルボニルモノマーまたは多価アミンモノマーを含む、本発明1018のポリイミンポリマー。

[本発明1020]

少なくとも1つのジカルボニルモノマーが少なくとも1つの芳香族アルデヒド基を含む、本発明1018のポリイミンポリマー。

[本発明1021]

ジカルボニルモノマーが、グリオキサール、マロンアルデヒド、グルタルアルデヒド、2,3-チオフェンジカルバルデヒド、2,5-チオフェンジカルバルデヒド、3-ホルミルフルフラール、5-ホルミルフルフラール、2,6-ピリジンジカルボキシアルデヒド、3,6-ピリジンジカルボキシアルデヒド、3,5-ピリジンジカルボキシアルデヒド、イソフタルアルデヒド、テレフタルアルデヒド、フタルジアルデヒド、フェニルグリオキサール、ピロールジカルボキシアルデヒド、2,3-ブタンジオン、2,4-ペンタンジオン、4-シクロペンテン-1,3-ジオン、1,3-シクロペンタンジオン、1,2-ベンゾキノン、1,4-ベンゾキノン、シクロヘキサジオン、3,4-ジヒドロキシ-3-シクロブテン-1,2-ジオン、1,3-インダンジオン、ニヒドリン、1,4-ナフトキノン、1,2-ナフトキノン、ジアセチルベンゼン、アセナフテンキノン、およびアントラキノンを含む、本発明1018のポリイミンポリマー。

[本発明1022]

少なくとも1つのジアミンモノマーが少なくとも1つの脂肪族アミン基を含む、本発明1018のポリイミンポリマー。

[本発明1023]

少なくとも1つのジアミンモノマーが、ヒドラジン、エチレンジアミン、プロピレンジアミン、1,4-ジアミノブタン、1,5-ジアミノペンタン、1,6-ジアミノヘキサン、1,7-ジアミノヘプタン、1,8-ジアミノオクタン、1,9-ジアミノノナン、1,10-ジアミノデカン、フェニレンジアミン、フェニレンジメチレンジアミン、ジアミノシクロヘキサン、ジアミノシクロペンタン、ジアミノシクロブタン、ジアミノチオフェン、ジアミノピリジン、ジアミノピロール、ジアミノフラン、ジアミノイミダゾール、ジアミノオキサゾール、3,6,9-トリオキサウンデカン-1,11-ジアミン、およびジエチレントリアミンを含む、本発明1018のポリイミンポリマー。

[本発明1024]

少なくとも1つの多価アミンモノマーが、トリエチレンテトラミン、3-エチルアミノ-1,5-ジアミノペンタン、トリアミノベンゼン、およびトリアミノシクロヘキサンを含む、本発明1018のポリイミンポリマー。

[本発明1025]

多価カルボニルモノマーが、ベンゼン-1,3,5-トリカルボキシアルデヒド、2,4,6-トリヒドロキシ-1,3,5-ベンゼントリカルボキシアルデヒド、ヘキサケトシクロヘキサン、および2-アセチル-1,3-シクロヘキサジオンを含む、本発明1018のポリイミンポリマー。

[本発明1026]

少なくとも1つのジカルボニルモノマー、少なくとも1つのジアミンモノマー、および少なくとも1つの架橋剤を、(i) ジカルボニルモノマー由来のカルボニル基、(ii) ジアミンモノマー由来のアミン基、および(iii) 架橋剤由来のアミン基またはカルボニル基に対するモル当量比が約1:0.99:0.01から約1:0.01:0.99の範囲となる量で反応させる、本発明1018のポリイミンポリマー。

[本発明1027]

少なくとも1つのジカルボニルモノマー、少なくとも1つのジアミンモノマー、および少なくとも1つの架橋剤を、全アミノ基と全カルボニル基とのモル当量比が約1:1となる量で反応させる、本発明1018のポリイミンポリマー。

[本発明1028]

保護された1級アミンの脱保護によって重合する、カルボニル基および保護された1級アミンを含んだ二官能性モノマーを含む、本発明1001のポリイミンポリマー。

[本発明1029]

架橋剤をさらに含む、本発明1028のポリイミンポリマー。

[本発明1030]

架橋剤が多価カルボニルモノマーまたは多価アミンモノマーを含む、本発明1028のポリイミンポリマー。

[本発明1031]

保護されたカルボニル基の脱保護によって重合する、保護されたカルボニル基および1級アミンを含んだ二官能性モノマーを含む、本発明1001のポリイミンポリマー。

[本発明1032]

架橋剤をさらに含む、本発明1031のポリイミンポリマー。

[本発明1033]

架橋剤が多価カルボニルモノマーまたは多価アミンモノマーを含む、本発明1031のポリイミンポリマー。

[本発明1034]

ポリマーが非可鍛性状態を該ポリマーに与える共有結合交換反応率を示す、転移相対湿度点を下回る低い湿度範囲；および

ポリマーが可鍛性状態を該ポリマーに与える共有結合交換反応率を示す、該転移相対湿度点を上回る高い湿度範囲

を含む相対湿度範囲への曝露により、非可鍛性状態と可鍛性状態との間および可鍛性状態と非可鍛性状態との間で少なくとも1サイクルの転移を繰り返すことができるポリイミンポリマー。

[本発明1035]

ビトリマーである、本発明1034のポリイミンポリマー。

[本発明1036]

前記結合交換反応が、イミン形成反応、イミン交換反応、およびイミン加水分解反応から本質的になる群より選択される、本発明1034のポリイミンポリマー。

[本発明1037]

転移相対湿度点が約50～約90パーセントの相対湿度である、本発明1034のポリイミンポリマー。

[本発明1038]

転移相対湿度点が約70～約90パーセントの相対湿度である、本発明1034のポリイミンポリマー。

[本発明1039]

高い湿度範囲が水溶液中での浸漬によって引き起こされる、本発明1034のポリイミンポリマー。

[本発明1040]

水溶液が水である、本発明1038のポリイミンポリマー。

[本発明1041]

ポリマーの非可鍛性状態が約1.0～約1.8 GPaのヤング率を示す、本発明1034のポリイミンポリマー。

[本発明1042]

ポリマーの非可鍛性状態が約40～約58 MPaの引張強度率を示す、本発明1034のポリイミンポリマー。

[本発明1043]

約1.0～約1.8 GPaのヤング率；および
約40～約58 MPaの引張強度率；および
約80 の加工温度

を示す、本発明1034のポリイミンポリマー。

[本発明1044]

ポリイミンポリマーの非可鍛性状態の応力緩和がアレニウス様の温度依存を示す、本発明1034のポリイミンポリマー。

[本発明1045]

触媒を含まない、本発明1034のポリイミンポリマー。

[本発明1046]

ジカルボニルモノマー、ジアミンモノマー、および架橋剤を含む、本発明1034のポリイミンポリマー。

[本発明1047]

少なくとも1つのジカルボニルモノマー、少なくとも1つのジアミンモノマー、および少なくとも1つの架橋剤の縮合によって調製される、本発明1034のポリイミンポリマー。

[本発明1048]

少なくとも1つの架橋剤が多価カルボニルモノマーまたは多価アミンモノマーを含む、本発明1047のポリイミンポリマー。

[本発明1049]

少なくとも1つのジカルボニルモノマーが少なくとも1つの芳香族アルデヒド基を含む、本発明1047のポリイミンポリマー。

[本発明1050]

ジカルボニルモノマーが、グリオキサール、マロンアルデヒド、グルタルアルデヒド、2,3-チオフェンジカルバルデヒド、2,5-チオフェンジカルバルデヒド、3-ホルミルフルフラール、5-ホルミルフルフラール、2,6-ピリジンジカルボキシアルデヒド、3,6-ピリジンジカルボキシアルデヒド、3,5-ピリジンジカルボキシアルデヒド、イソフタルアルデヒド、テレフタルアルデヒド、フタルジアルデヒド、フェニルグリオキサール、ピロールジカルボキシアルデヒド、2,3-ブタンジオン、2,4-ペンタンジオン、4-シクロペンテン-1,3-ジオン、1,3-シクロペンタンジオン、1,2-ベンゾキノン、1,4-ベンゾキノン、シクロヘキサジオン、3,4-ジヒドロキシ-3-シクロブテン-1,2-ジオン、1,3-インダンジオン、ニヒドリン、1,4-ナフトキノン、1,2-ナフトキノン、ジアセチルベンゼン、アセナフテンキノン、およびアントラキノンを含む、本発明1047のポリイミンポリマー。

[本発明1051]

少なくとも1つのジアミンモノマーが少なくとも1つの脂肪族アミン基を含む、本発明1047のポリイミンポリマー。

[本発明1052]

少なくとも1つのジアミンモノマーが、ヒドラジン、エチレンジアミン、プロピレンジアミン、1,4-ジアミノブタン、1,5-ジアミノペンタン、1,6-ジアミノヘキサン、1,7-ジアミノヘプタン、1,8-ジアミノオクタン、1,9-ジアミノノナン、1,10-ジアミノデカン、フェニレンジアミン、フェニレンジメチレンジアミン、ジアミノシクロヘキサン、ジアミノシクロペンタン、ジアミノシクロブタン、ジアミノチオフェン、ジアミノピリジン、ジアミノピロール、ジアミノフラン、ジアミノイミダゾール、ジアミノオキサゾール、3,6,9-トリオキサウンデカン-1,11-ジアミン、およびジエチレントリアミンを含む、本発明1047のポリイミンポリマー。

[本発明1053]

少なくとも1つの多価アミンモノマーが、トリエチレンテトラミン、3-エチルアミノ-1,5-ジアミノペンタン、トリアミノベンゼン、およびトリアミノシクロヘキサンを含む、本発明1047のポリイミンポリマー。

[本発明1054]

多価カルボニルモノマーが、ベンゼン-1,3,5-トリカルボキシアルデヒド、2,4,6-トリ

ヒドロキシ-1,3,5-ベンゼントリカルボキシアルデヒド、ヘキサケトシクロヘキサン、および2-アセチル-1,3-シクロヘキサジオンを含む、本発明1047のポリイミンポリマー。

[本発明1055]

少なくとも1つのジカルボニルモノマー、少なくとも1つのジアミンモノマー、および少なくとも1つの架橋剤を、(i)ジカルボニルモノマー由来のカルボニル基、(ii)ジアミンモノマー由来のアミン基、および(iii)架橋剤由来のアミン基またはカルボニル基に対するモル当量比が約1:0.99:0.01から約1:0.01:0.99の範囲となる量で反応させる、本発明1047のポリイミンポリマー。

[本発明1056]

少なくとも1つのジカルボニルモノマー、少なくとも1つのジアミンモノマー、および少なくとも1つの架橋剤を、全アミノ基と全カルボニル基とのモル当量比が約1:1となる量で反応させる、本発明1047のポリイミンポリマー。

[本発明1057]

保護された1級アミンの脱保護によって重合する、カルボニル基および保護された1級アミンを含んだ二官能性モノマーを含む、本発明1034のポリイミンポリマー。

[本発明1058]

架橋剤をさらに含む、本発明1057のポリイミンポリマー。

[本発明1059]

架橋剤が多価カルボニルモノマーまたは多価アミンモノマーを含む、本発明1057のポリイミンポリマー。

[本発明1060]

保護されたカルボニル基の脱保護によって重合する、保護されたカルボニル基および1級アミンを含んだ二官能性モノマーを含む、本発明1034のポリイミンポリマー。

[本発明1061]

架橋剤をさらに含む、本発明1060のポリイミンポリマー。

[本発明1062]

架橋剤が多価カルボニルモノマーまたは多価アミンモノマーを含む、本発明1060のポリイミンポリマー。

[本発明1063]

ポリマーが非可鍛性状態を該ポリマーに与える共有結合交換反応率を示す、転移温度を下回る低い温度範囲；および

ポリマーが可鍛性状態を該ポリマーに与える共有結合交換反応率を示す、該転移温度を上回る高い温度範囲

を含む温度範囲への曝露により、非可鍛性状態と可鍛性状態との間および可鍛性状態と非可鍛性状態との間で少なくとも1サイクルの転移を繰り返すことができるポリイミンポリマーであって、

金属添加物を含み；および

該金属添加物が、該金属添加物なしの該ポリイミンポリマーと比べて、該転移温度の増加をもたらす、該ポリイミンポリマー。

[本発明1064]

ビトリマーである、本発明1063のポリイミンポリマー。

[本発明1065]

前記結合交換反応が、イミン形成反応、イミン交換反応、およびイミン加水分解反応から本質的になる群より選択される、本発明1063のポリイミンポリマー。

[本発明1066]

転移温度が約10 ~ 約250 である、本発明1063のポリイミンポリマー。

[本発明1067]

転移温度が約30 ~ 約250 である、本発明1063のポリイミンポリマー。

[本発明1068]

転移温度が約30 ~ 約100 である、本発明1063のポリイミンポリマー。

[本発明1069]

転移温度が約80 からである、本発明1063のポリイミンポリマー。

[本発明1070]

金属添加物が、スカンジウムおよび銅から本質的になる群より選択される、本発明1063のポリイミンポリマー。

[本発明1071]

ポリマーが非可鍛性状態を該ポリマーに与える共有結合交換反応率を示す、転移温度を下回る低い温度範囲；および

ポリマーが可鍛性状態を該ポリマーに与える共有結合交換反応率を示す、該転移温度を上回る高い温度範囲

を含む温度範囲への曝露により、非可鍛性状態と可鍛性状態との間および可鍛性状態と非可鍛性状態との間で少なくとも1サイクルの転移を繰り返すことができるポリイミンポリマー結合材および充填材を含む複合材料。

[本発明1072]

結合材と充填材との比率が約9:1～約1:9である、本発明1071の複合材料。

[本発明1073]

炭素繊維、繊維ガラス、ケブラー、超高分子量ポリエチレン、およびカーボンナノチューブを含む、本発明1071の複合材料。

[本発明1074]

本発明1071の複合材料を加工する方法であって、

a.) 少なくとも1級アミン部分を含む分子を含む液体と該複合材料を接触させる段階；
および

b.) 該複合材料を段階a.)の液体中に実質的に溶解させる段階；および

c.) ポリマー溶液を繊維または非繊維充填材料から分離する段階
を含む、該方法。

[本発明1075]

本発明1071の複合材料を再生利用する方法であって、

a.) 少なくとも1級アミン部分を含む分子を含む液体と該複合材料を接触させる段階；
および

b.) 該複合材料を段階a.)の液体中に実質的に溶解させる段階；および

c.) ポリマー溶液を繊維または非繊維充填材料から分離する段階；および

d.) ポリイミンポリマーを調製するために段階c.)由来の該ポリマー溶液を用いる段階；
および

e.) 複合材料を調製するために段階c.)由来の充填材料を用いる段階
を含む、該方法。

[本発明1076]

ポリマーが非可鍛性状態を該ポリマーに与える共有結合交換反応率を示す、転移相対湿度点を下回る低い湿度範囲；および

ポリマーが可鍛性状態を該ポリマーに与える共有結合交換反応率を示す、該転移相対湿度点を上回る高い湿度範囲

を含む相対湿度範囲への曝露により、非可鍛性状態と可鍛性状態との間および可鍛性状態と非可鍛性状態との間で少なくとも1サイクルの転移を繰り返すことができるポリイミンポリマー結合材および充填材を含む複合材料。

[本発明1077]

結合材と充填材との比率が約9:1～約1:9である、本発明1076の複合材料。

[本発明1078]

炭素繊維、繊維ガラス、ケブラー、超高分子量ポリエチレン、およびカーボンナノチューブを含む、本発明1076の複合材料。

[本発明1079]

本発明1076の複合材料を加工する方法であって、

a.) 少なくとも1級アミン部分を含む分子を含む液体と該複合材料を接触させる段階；
および

b.) 該複合材料を段階a.)の液体中に実質的に溶解させる段階；および

c.) ポリマー溶液を繊維または非繊維充填材料から分離する段階
を含む、該方法。

[本発明1080]

本発明1076の複合材料を再生利用する方法であって、

a.) 少なくとも1級アミン部分を含む分子を含む液体と該複合材料を接触させる段階；
および

b.) 該複合材料を段階a.)の液体中に実質的に溶解させる段階；および

c.) ポリマー溶液を繊維または非繊維充填材料から分離する段階；および

d.) ポリイミンポリマーを調製するために段階c.)由来の該ポリマー溶液を用いる段階；
および

e.) 複合材料を調製するために段階c.)由来の充填材料を用いる段階
を含む、該方法。

[本発明1081]

本発明1071の複合材料を作製するための方法であって、

a.) 少なくとも2プライの複合材の中間に少なくとも1つのポリイミンポリマー層を組み
合わせる段階；および

b.) 転移温度を上回る温度まで段階a.)の組み合わせた層およびプライを加熱する段階；
および

c.) 段階b.)の加熱された、組み合わせた層およびプライを金型に加圧する段階；およ
び

d.) 該転移温度を下回る温度まで段階c.)の加熱された、組み合わせた層およびプライ
を冷却させる段階

を含む、該方法。

[本発明1082]

矯正器具である、本発明1081の複合材料。

[本発明1083]

本発明1076の複合材料を作製するための方法であって、

a.) 少なくとも2プライの複合材の中間に少なくとも1つのポリイミンポリマー層を組み
合わせる段階；および

b.) 転移相対湿度点を上回る高い湿度範囲にまで段階a.)の組み合わせた層およびプラ
イを湿潤させる段階；および

c.) 段階b.)の組み合わせた層およびプライを金型に加圧する段階；および

d.) 該転移相対湿度点を下回る低い湿度範囲にまで段階c.)の組み合わせた層およびプ
ライを乾燥させる段階

を含む、該方法。

[本発明1084]

矯正器具である、本発明1083の複合材料。

[本発明1085]

ポリマーが非可鍛性状態を該ポリマーに与える共有結合交換反応率を示す、転移温度を
下回る低い温度範囲；および

ポリマーが可鍛性状態を該ポリマーに与える共有結合交換反応率を示す、該転移温度を
上回る高い温度範囲

を含む温度範囲への曝露により、非可鍛性状態と可鍛性状態との間でおよび可鍛性状態と
非可鍛性状態との間で少なくとも1サイクルの転移を繰り返すことができるポリイミンポ
リマーであって、

該低い温度範囲において自己修復することができる、該ポリイミンポリマー。

[本発明1086]

ポリマーが非可鍛性状態を該ポリマーに与える共有結合交換反応率を示す、転移相対湿度点を下回る低い湿度範囲；および

ポリマーが可鍛性状態を該ポリマーに与える共有結合交換反応率を示す、該転移相対湿度点を上回る高い湿度範囲

を含む相対湿度範囲への曝露により、非可鍛性状態と可鍛性状態との間でおよび可鍛性状態と非可鍛性状態との間で少なくとも1サイクルの転移を繰り返すことができるポリイミンポリマーであって、

該低い湿度範囲において自己修復することができる、該ポリイミンポリマー。