



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I579329 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：102106312 (22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 02 月 22 日

(51)Int. Cl. : C08L63/00 (2006.01) C08L79/02 (2006.01)

C08K5/109 (2006.01) C08G59/50 (2006.01)

(30)優先權：2012/02/22 歐洲專利局 12156447.0

(71)申請人：巴地斯顏料化工廠(德國) BASF SE (DE)

德國

(72)發明人：葛林格 里昂諾 GEHRINGER, LIONEL (FR)；唐恩 葛瑞格 DAUN, GREGOR (DE)；海尼森 麥克 HENNINGSEN, MICHAEL (DE)；克羅斯奇 瑞納 KLOPSCH, RAINER (DE)；法萊榭 奧利佛 FLEISCHEL, OLIVIER (FR)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201204776A

CN 102105441A

JP 7-48502A

US 2010/0234497A1

WO 2011/112405A1

審查人員：吳志明

申請專利範圍項數：21 項 圖式數：1 共 28 頁

(54)名稱

用於複合材料之摻合物

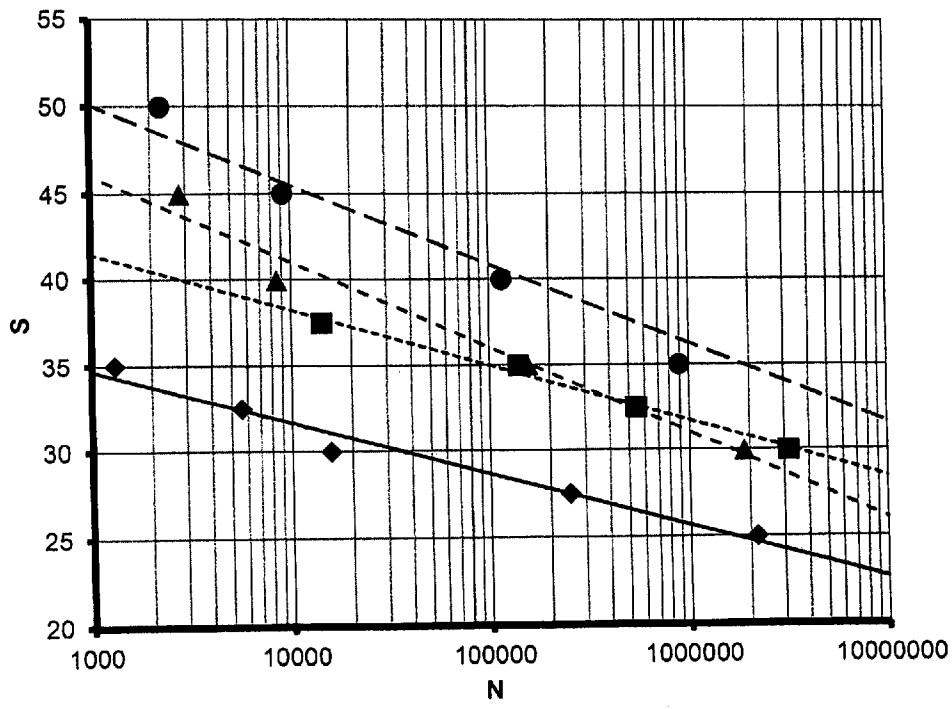
BLENDS FOR COMPOSITE MATERIALS

(57)摘要

本發明之標的係有關於一種包含環氧樹脂、環狀碳酸酯、及含聚烷氧基聚胺、另一胺及觸媒之硬化劑之摻合物；一種用於製造該摻合物之方法；一種本發明之摻合物於製造固化環氧樹脂之用途；以及利用本發明之摻合物固化之環氧樹脂，及特定言之係關於用於風力渦輪機轉子葉片之纖維強化固化環氧樹脂。

The subject matter of the present invention relates to a blend comprising an epoxy resin, a cyclic carbonate, and a hardener comprising a polyalkoxypolyamine, another amine, and a catalyst, to a process for producing said blend, to the use of the blend of the invention for producing cured epoxy resin, and also to an epoxy resin cured with the blend of the invention, and in particular to fiber-reinforced cured epoxy resins for use in rotor blades for wind turbines.

指定代表圖：



- ◆: 比較例7,
- : 本發明實例5,
- ▲: 本發明實例3,
- : 本發明實例2,

圖1

## 發明摘要

※ 申請案號：

102106312

※ 申請日：

102. 2. 22

※IPC 分類：C08L 63/00 (2006.01)

7P/02 (2006.01)

C of K 5/0P (2006.01)

C of G 5/0 (2006.01)

## 【發明名稱】

用於複合材料之摻合物

BLENDS FOR COMPOSITE MATERIALS

## 【中文】

本發明之標的係有關於一種包含環氧樹脂、環狀碳酸酯、及含聚烷氧基聚胺、另一胺及觸媒之硬化劑之摻合物；一種用於製造該摻合物之方法；一種本發明之摻合物於製造固化環氧樹脂之用途；以及利用本發明之摻合物固化之環氧樹脂，及特定言之係關於用於風力渦輪機轉子葉片之纖維強化固化環氧樹脂。

## 【英文】

The subject matter of the present invention relates to a blend comprising an epoxy resin, a cyclic carbonate, and a hardener comprising a polyalkoxypolyamine, another amine, and a catalyst, to a process for producing said blend, to the use of the blend of the invention for producing cured epoxy resin, and also to an epoxy resin cured with the blend of the invention, and in particular to fiber-reinforced cured epoxy resins for use in rotor blades for wind turbines.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（ 1 ）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

（無符號簡單說明）

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：

（無）

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】

用於複合材料之摻合物

BLEND FOR COMPOSITE MATERIALS

## 說明

本發明之標的係有關於一種包含環氧樹脂、環狀碳酸酯、及含聚烷氧基聚胺、另一胺及觸媒之硬化劑之摻合物；一種用於製造該摻合物之方法；一種本發明之該摻合物於製造固化環氧樹脂上之用途；以及利用本發明之該摻合物固化之環氧樹脂，及特定言之係指用於風力渦輪機轉子葉片之纖維強化固化環氧樹脂。

已知並描述由可固化環氧成分製得之摻合物及以其等於製造複合材料上之用途在許多呈專利案及其他文獻之公開案中，例如，H. Lee 及 K. Neville 之「Handbook of Epoxy Resins」，McGraw-Hill 1967。若適宜地選擇包含環氧樹脂及固化劑(硬化劑)之摻合物之組份及其等相對彼此之量比例，則其等可反應，在硬化該等摻合物之後得到如EP-A 2307358中所述具有極佳機械特性之所謂固化環氧樹脂之材料。

就環氧樹脂而言之習知硬化劑為胺。使用胺來固化環氧樹脂特別說明於已知之輸液技術，特定言之VARTM製程中。其中，二-及聚環氧樹脂係在緊接於加料程序之前與胺混合得到摻合物，該摻合物於20°C至50°C之溫度下吸入或泵析於模具中，並且於55°C至90°C之模具溫度下發生反應，且該摻合物發生硬化。此處整個過程之速率取決於加料步驟之持續時間、實際輸注，及硬化過程之持續時間。

關於固化環氧樹脂之一特定主要應用部分為用於製備由藉玻璃

纖維或碳或其他纖維提供機械增強之纖維強化塑料所構成之組份之用途。纖維強化塑料係作為用於機動車輛、飛機、船艦及船，及運動項目、及風力渦輪機轉子葉片之材料。

近年來，風力渦輪機轉子葉片之尺寸已經增加，及此亦產生出特定言之與在完全固化之後可製得轉子葉片及必須符合更嚴苛技術要求之摻合物機械特性相關之更嚴苛的要求。風力渦輪機轉子葉片之工業製法概況而言係利用真空輸注製程或「真空輔助樹脂轉移成形」製程(VARTM)。摻合物機械特性層級的增加可藉由使用述於「Technical Bulletin JEFFSOL® CARBONATES IN EPOXY FORMULATIONS」(Huntsman, 2005年)中之環狀碳酸酯達成。

於製造輕型複合材料工件諸如(例如)風力渦輪機轉子葉片時，適宜將輕型結構材料(諸如輕木或特定言之PVC發泡體)配置呈具有強化纖維及可固化環氧樹脂組合物之層結構。於環氧樹脂組合物固化後，PVC發泡體可接著反應，取決於所使用的環氧樹脂組合物，且發生變色。已有闡述此等於PVC中之變色(H. Wechsler, *Journal of Polymer Science*, 11 (1953), 233)。

WO2010/010045闡述樹脂組份及硬化劑組份之摻合物，該硬化劑組份不僅包含包括聚醚聚胺及以亞化學計量的量使用之胺硬化劑，還包含以胍為基礎的催化性硬化劑-其尤其適用於大複合材料組件中。

述於US 3,305,527中之環狀碳酸酯為針對於環氧樹脂之良好反應性稀釋劑。述於US 3,305,527中之包含在20°C至50°C的溫度下液胺作為硬化劑之摻合物可增加環氧樹脂之反應性。然而，就製造大組件諸如風力渦輪機而言之一必要因素係，摻合物之黏度增加得不夠快是纖維潤濕不充分或者在已藉由摻合物進行固化至可防止進一步處理之程度之前模具沒有完全填充該摻合物的原因。述於US 3,305,527中之相關摻合物因此因為過度的反應性及因此過度快速的硬化而不可用於藉

由VARTM技術所製得之大組件中。

「 Technical Bulletin JEFFSOL® CARBONATES IN EPOXY FORMULATIONS », Huntsman, 2005年, 亦闡述已知環狀碳酸酯可減低摻合物之熱穩定性。熱穩定性藉由熱變形溫度(HDT)描述, 此就固化摻合物而言, Germanischer Lloyd要求需要在70°C以上。Germanischer Lloyd負責為建構風力渦輪機所要求之認證程序。述於US 3,305,527中之相關摻合物之該等熱變形溫度低於65°C。

JP 2002-187936亦論述包含三種組份(亦即環氧化物、胺及三級胺)之摻合物, 其中, 希望活性氫原子對環氧基之比例介於0.3至0.8範圍內及三級胺對環氧樹脂之重量比介於0.001至0.1範圍內。JP 2002-187936沒有揭示亦含與環氧化物一起之環狀碳酸酯之摻合物。

WO-A1 2011/112405闡述一種用於減低放熱性之方法, 其中環狀碳酸酯(特定言之碳酸丙烯酯)及硬化劑係與環氧化物一起使用。該硬化劑較佳為選自環狀脂族胺(諸如IPDA)及聚烷氧基聚胺之群者。沒有揭示於摻合物中之具有氮原子及亦可以亞化學計量比按照總體環狀碳酸酯及環氧基使用之至少三種化合物之組合, 其中該摻合物於硬化之後仍具有所預期的機械特性。

因此本發明之標的係提供一種摻合物, 該摻合物就VARTM製程而言可維持足以容許製造大纖維強化成形部件(特定言之風力渦輪機轉子葉片)之流動性, 然而, 其其次可在短時間內達成完全硬化及除此之外符合或超出針對於使用大纖維強化成形部件所必需的嚴苛機械需求, 例如, 增加之拉伸強度、斷裂拉伸應變及撓曲強度, 以及熱穩定性。尤其在摻合物之初始黏度(例如, 於25°C下)相當低及摻合物黏度僅在增加之溫度(例如, 於40°C下)下才慢慢增加之情況下, 存在足夠的流動性。就包含PVC發泡體之複合材料模製品而言, 亦希望在摻合物固化時盡可能地避免PVC發泡體變色。進一步要求經固化之摻合

物之模製品不僅具有良好的靜態機械特性，還具有良好的動態穩定性。

藉由包含以下之摻合物達成該標的：

a)環氧樹脂組份，其包含：

a1)以環氧樹脂組份a)計，75至97重量份之選自芳族環氧樹脂及/或環脂族環氧樹脂之群之一或多種環氧樹脂，及

a2)以環氧樹脂組份a)計，3至18重量份之選自具有1至10個碳原子之環狀碳酸酯之群之一或多種環狀碳酸酯，及

a3)以環氧樹脂組份a)計，0至15重量份之一或多種反應性稀釋劑，

其中組份a1)至a3)之重量份總和始終為100，

及

b)硬化劑，其包含：

b1) 以硬化劑b)計，10至79重量份之一或多種聚烷氧基聚胺，及

b2) 以硬化劑b)計，20至89重量份之選自以下之群之一或多種其他胺：於一級及/或二級胺基中具有至少3個碳原子及至少4個反應性NH官能基之芳族、芳基脂族、環脂族、雜環及脂族聚胺，及

b3) 以硬化劑b)計，0.5至30重量份之選自以下之群之一或多種觸媒：於胺基中具有3個以下碳原子及/或4個以下反應性NH官能基之三級胺、咪唑、咪唑啉、胍，具有4個以下反應性NH官能基之二級胺、脲化合物及酮亞胺，

其中組份b1)至b3)之重量份總和始終為100，

其中該硬化劑b)之胺基當量對所使用環氧樹脂組份a)中之全部環氧樹脂、反應性稀釋劑及環狀碳酸酯之當量之比例介於0.3至0.9範圍內，



其中該等反應性稀釋劑a3)為彼等選自以下之群者：1,4-丁二醇雙縮水甘油醚、1,6-己二醇雙縮水甘油醚、新癸酸縮水甘油酯、柯赫酸縮水甘油酯(glycidyl versatate)、2-乙基己基縮水甘油醚、C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub>-烷基縮水甘油醚、C<sub>12</sub>-C<sub>14</sub>-烷基縮水甘油醚、C<sub>13</sub>-C<sub>15</sub>-烷基縮水甘油醚、對第三丁基縮水甘油醚、丁基縮水甘油醚、壬基苯基縮水甘油醚、對第三丁基苯基縮水甘油醚、苯基縮水甘油醚、鄰甲苯酚基縮水甘油醚、聚氧丙二醇二縮水甘油醚、三羥甲基丙烷三縮水甘油醚(TMP)、甘油基三縮水甘油醚、三縮水甘油基對胺基苯酚(TGPAP)、二乙烯基苄基氧化物及二環氧化二環戊二烯。

基於本發明之目的，NH官能度意指於化合物胺基中之反應性氫原子的數目。因此，例如，一級單胺具有為2之NH官能度，一級二胺具有為4之NH官能度，及具有3個二級胺基之胺具有為3之NH官能度。

於本發明摻合物之一有利實施例中，環氧樹脂a1)為彼等選自雙酚A雙縮水甘油醚及/或雙酚F雙縮水甘油醚之群者。

於本發明摻合物之一有利實施例中，環狀碳酸酯a2)為碳酸丙烯酯及/或碳酸乙烯酯及/或碳酸丁烯酯。

於本發明摻合物之一有利實施例中，反應性稀釋劑a3)為彼等選自1,4-丁二醇雙縮水甘油醚、1,6-己二醇雙縮水甘油醚、C<sub>12</sub>-C<sub>14</sub>-烷基縮水甘油醚、C<sub>13</sub>-C<sub>15</sub>-烷基縮水甘油醚及三羥甲基丙烷三縮水甘油醚(TMP)之群者。

於本發明摻合物之一有利實施例中，反應性稀釋劑a3)為彼等選自1,4-丁二醇雙縮水甘油醚、1,6-己二醇雙縮水甘油醚、C<sub>12</sub>-C<sub>14</sub>-烷基縮水甘油醚及C<sub>13</sub>-C<sub>15</sub>-烷基縮水甘油醚之群者。

於本發明摻合物之一有利實施例中，聚烷氧基聚胺b1)為選自聚醚胺D230 (D230)、聚醚胺D 400、聚醚胺T 403、聚醚胺T 5000及

Jeffamine® XTJ-568(XTJ 568)之群者。

於本發明摻合物之一有利實施例中，另一胺b2)為異佛爾酮二胺(IPDA)及/或4-甲基環己烷-1,3-二胺與2-甲基環己烷-1,3-二胺(MDACH)之混合物。

於本發明摻合物之一有利實施例中，觸媒b3)為選自四甲基胍(TMG)、2,4,6-參(二甲基胺基甲基)苯酚(DMP 30)、1,4-二氮雜二環[2.2.2]辛烷(DABCO)，及其等之混合物之群者。

於本發明摻合物之一有利實施例中，本發明摻合物於25°C下之黏度小於350 mPas。若此黏度就摻合物而言過高的話，則該摻合物之流動性對於(例如)藉由VARTM製程製造大複合模製品而言不再係足夠的。

於本發明摻合物之一有利實施例中，40°C下之黏度增加需要90分鐘以上以達1000 mPas。若此時間間隔就摻合物而言過低的話，則該摻合物之流動性對於(例如)藉由VARTM製程製造大複合模製品而言不再係足夠的。

於本發明摻合物之一有利實施例中，本發明之該摻合物亦可包括強化纖維。

本發明進一步提供一種用於製造本發明摻合物之方法，其中環氧樹脂組份a)及硬化劑b)在低於固化初始溫度之溫度下進行混合。

本發明提供一種本發明摻合物於製備固化環氧樹脂上之用途。

於本發明用途之一有利實施例中，該等固化環氧樹脂為模製品。

於本發明用途之一有利實施例中，該模製品包括強化材料。

本發明進一步提供一種可藉由固化本發明摻合物獲得之固化環氧樹脂，此時該固化環氧樹脂之HDT高於70°C。

於本發明固化環氧樹脂之一有利實施例中，該固化環氧樹脂為

模製品。

本發明進一步提供一種具有纖維強化之模製品。

於本發明之模製品之一有利實施例中，其可藉由在已內襯纖維強化材料之模具中硬化，然後藉由VARTM科技將本發明之該摻合物導入該模具中而獲得。

於本發明之模製品之一有利實施例中，就風力渦輪機轉子葉片而言模製品為強化組件。

本發明之摻合物包含至少一種環氧樹脂a1)之環氧樹脂組份a)及一種環狀碳酸酯a2)。

本發明之摻合物可使用作為環氧樹脂a1)之選自以下之群之任何環氧樹脂：雙酚A雙縮水甘油醚(DGEBA)、雙酚F雙縮水甘油醚、環氧化雙酚A雙縮水甘油醚、環氧化雙酚F雙縮水甘油醚、雙酚S雙縮水甘油醚(DGEBS)、四縮水甘油基亞甲基二苯胺(TGMDA)、酚醛環氧樹脂(表氯醇與酚系樹脂(酚醛樹脂)之反應產物)、環脂族環氧樹脂諸如3,4-環氧基環己基甲基3,4-環氧基環己烷羧酸酯及六氫鄰苯二甲酸二縮水甘油酯。環氧樹脂a1)較佳為彼等選自雙酚A雙縮水甘油醚、雙酚F雙縮水甘油醚及此兩環氧樹脂之混合物之群者。於本發明之該等摻合物中可使用一或多種環氧樹脂a1)。最好只使用一種環氧樹脂a1)。

環氧樹脂組份a)除此之外亦涉及除了該等環氧樹脂a1)外，使用一或多種環狀碳酸酯a2)。此處該等環狀碳酸酯a2)為彼等選自以下之群者：具有1至10個碳原子之環狀碳酸酯，較佳係碳酸乙烯酯、碳酸丙烯酯、碳酸丁烯酯、碳酸戊烯酯及碳酸甘油酯。於環氧樹脂組份a)中可使用一或多種環狀碳酸酯作為環狀碳酸酯a2)。較佳使用一種環狀碳酸酯a2)。尤佳使用碳酸丙烯酯作為環狀碳酸酯a2)。

反應性稀釋劑a3)亦可與環氧樹脂a1)及環狀碳酸酯a2)一起存在於本發明摻合物之環氧樹脂組份a)中。此處該等反應性稀釋劑a3)為彼等

選自以下之群者：1,4-丁二醇雙縮水甘油醚、1,6-己二醇雙縮水甘油醚、新癸酸縮水甘油酯、柯赫酸縮水甘油酯、2-乙基己基縮水甘油醚、 $C_8$ - $C_{10}$ -烷基縮水甘油醚、 $C_{12}$ - $C_{14}$ -烷基縮水甘油醚、 $C_{13}$ - $C_{15}$ -烷基縮水甘油醚、對第三丁基縮水甘油醚、丁基縮水甘油醚、壬基苯基縮水甘油醚、對第三丁基苯基縮水甘油醚、苯基縮水甘油醚、鄰甲苯酚基縮水甘油醚、聚氧丙二醇二縮水甘油醚、三羥甲基丙烷三縮水甘油醚(TMP)、甘油三縮水甘油醚、三縮水甘油基-對-胺基苯酚(TGPAP)、二乙烯基苄基二氧化物及二環氧化二環戊二烯。該等反應性稀釋劑 a3)較佳為彼等選自以下之群者：1,4-丁二醇雙縮水甘油醚、1,6-己二醇雙縮水甘油醚、 $C_{12}$ - $C_{14}$ -烷基縮水甘油醚、 $C_{13}$ - $C_{15}$ -烷基縮水甘油醚、及該等化合物之混合物。同樣地，就該等反應性稀釋劑 a3)而言，可使用一或多種反應性稀釋劑。最好使用最多一種反應性稀釋劑。

環氧樹脂 a1)、環狀碳酸酯 a2)及可視需要使用之反應性稀釋劑 a3)於環氧樹脂組份中之各自比例係一種對於本發明摻合物於所得固化環氧樹脂或對應模製品中達成由摻合物所組成之固化環氧樹脂計劃用於藉由VARTM製程處理所需的物理特徵(實例為拉伸強度及於斷裂拉伸應變值)而言具高度關鍵性的特徵。

因此，本發明摻合物中環氧樹脂 a1)之比例介於以環氧樹脂組份 a)計75至97重量份範圍內，較佳在80至95重量份範圍內，尤佳在85至94重量份範圍內。

本發明摻合物中環狀碳酸酯 a2)之比例介於以環氧樹脂組份 a)計3至18重量份範圍內，較佳在5至15重量份範圍內，尤佳在6至13重量份範圍內。

於本發明摻合物之一特定實施例中，環狀碳酸酯 a2)之比例介於6至18重量份範圍內，及該環狀碳酸酯 a2)較佳為碳酸丙烯酯。該等摻

合物之另一特徵為自其而來之硬化環氧樹脂具有尤佳的動態穩定性。

作為動態穩定性的量度，可使用疲勞強度。其可利用 Wöhler 長時間振動測試測得。為達此目的，通常在隨時間為正弦之應力下，週期性地加載測試件。於各情況中，在恆定的應力振幅下進行該試驗直到測試件破裂。於各情況中所採用的應力振幅對在破裂前所完成的加載週期數(加載週期數)可獲得針對於測試下材料之特徵線(Wöhler 線)。在就所界定應力振幅而言可達成相當高的加載週期數，或達到所界定加載週期數時應力振幅相當高之情況下，動態穩定性相當的高。

此外，反應性稀釋劑 a3) 之比例介於以環氧樹脂組份 a) 計 0 至 15 重量份、較佳 0 至 10 重量份範圍內。

必須使得群組 a1) 至 a3) 之重量份總計達 100 地選擇環氧樹脂組份 a) 中個別群組 a1) 至 a3) 之比例。

於較佳之組合中，於各情況中基於環氧樹脂組份 a) 計，a1) 介於 75 至 97 重量份範圍內，a2) 介於 3 至 18 重量份範圍內，及 a3) 介於 0 至 15 重量份範圍內。於一尤佳實施例中，於各情況中基於環氧樹脂組份 a) 計，a1) 介於 80 至 95 重量份範圍內，a2) 介於 5 至 15 重量份範圍內及 a3) 介於 0 至 10 重量份範圍內。於一特佳實施例中，基於環氧樹脂組份 a) 計，a1) 介於 85 至 94 重量份範圍內，a2) 介於 6 至 13 重量份範圍內，及 a3) 介於 0 至 10 重量份範圍內，及全部群組 a1) 及 a2) 總計達 100。

本發明之摻合物除環氧樹脂組份 a) 外亦包含硬化劑 b)。硬化劑 b) 進而包含至少一種聚烷氧基聚胺 b1)、至少一種選自於一級及/或二級胺基中具有至少 3 個碳原子及至少 4 個反應性 NH 官能基之芳族、芳基脂族、環脂族、雜環及脂族聚胺之群之其他胺 b2)，及至少一種觸媒 b3)。

此處聚烷氧基聚胺 b1) 可以是彼等選自以下之群者：3,6-二氧雜-

1,8-辛二胺、4,7,10-三氧雜-1,13-十三烷二胺、4,7-二氧雜-1,10-癸烷二胺、4,9-二氧雜-1,12-十二烷二胺、具有平均分子量148之以三乙二醇為基礎之聚醚胺、藉由胺化環氧丙烷接枝乙二醇製得之具有平均分子量176之二官能團一級聚醚胺、具有平均分子量4000之以環氧丙烷為基礎的二官能團一級聚醚胺、藉由胺化環氧丙烷接枝聚乙二醇製得之具有平均分子量2000之二官能團一級聚醚胺、具有平均分子量900之以環氧丙烷接枝聚乙二醇為基礎的脂族聚醚胺、具有平均分子量600之以環氧丙烷接枝聚乙二醇為基礎的脂族聚醚胺、藉由胺化環氧丙烷接枝二乙二醇製得之具有平均分子量220之二官能團一級聚醚胺、具有平均分子量1000之以聚(四亞甲基醚二醇)與聚丙二醇之共聚物為基礎的脂族聚醚胺、具有平均分子量1900之以聚(四亞甲基醚二醇)與聚丙二醇之共聚物為基礎的脂族聚醚胺、具有平均分子量1400之以聚(四亞甲基醚二醇)與聚丙二醇之共聚物為基礎的脂族聚醚胺、具有平均分子量400之以環氧丁烷接枝(至少)三元醇為基礎的聚醚三胺、藉由胺化環氧丁烷接枝醇製得之具有平均分子量219之脂族聚醚胺(Jeffamine®XTJ 568 (XTJ 568))、具有平均分子量600之以異戊四醇及環氧丙烷為基礎之聚醚胺、具有平均分子量2000之以聚丙二醇為基礎的二官能團一級聚醚胺、具有平均分子量230(D 230)之以聚丙二醇為基礎的二官能團一級聚醚胺、具有平均分子量400(D 400)之以聚丙二醇為基礎的二官能團一級聚醚胺、藉由使環氧丙烷與三羥甲基丙烷反應接著胺化末端OH基製得之具有平均分子量403 (T403)之三官能團一級聚醚胺、藉由使環氧丙烷與甘油反應接著胺化末端OH基製得之具有平均分子量5000(T 5000)之三官能團一級聚醚胺，及藉由胺化具有平均分子量250之聚THF製得之具有平均分子量400之聚醚胺。較佳之聚烷氧基聚胺b1)為彼等選自聚醚胺D230(D230)、聚醚胺D 400、聚醚胺T 403、聚醚胺T 5000、Jeffamine®XTJ 568(XTJ 568)，及其等之

混合物之群者。硬化劑b)可使用一種或一種以上聚烷氧基聚胺b1)。較佳係僅使用一種聚烷氧基聚胺作為b1)。極佳地，該聚烷氧基聚胺b1)為聚醚胺D 230(D230)及/或Jeffamine<sup>®</sup>XTJ 568(XTJ 568)。

硬化劑b)除該聚烷氧基聚胺b1)外亦包含至少一種其他胺b2)。聚烷氧基聚胺b1)將不包括在該等其他胺b2)之群中。此處該等其他胺b2)可以是彼等選自以下之群者：1,12-二胺基十二烷、1,10-二胺基癸烷、1,2-二胺基環己烷、1,2-丙二胺、1,3-雙(胺基甲基)環己烷、1,3-丙二胺、1-甲基-2,4-二胺基環己烷、2,2'-氧基雙(乙基胺)、3,3'-二甲基-4,4'-二胺基二環己基甲烷、4,4'-亞甲基二苯胺、4-乙基-4-甲基胺基-1-辛基胺、二伸乙三胺、乙二胺、己二胺、異佛爾酮二胺、4-甲基環己烷-1,3-二胺與2-甲基環己烷-1,3-二胺(MDACH)之混合物、薄荷烯二胺、伸苯二甲基二胺、N-胺基乙基哌嗪、新戊二胺、降冰片烷二胺、辛烷亞甲二胺、哌嗪、4,8-二胺基三環[5.2.1.0]癸烷、甲苯二胺、三伸乙四胺，及三甲基己二胺。較佳地，該等其他胺b2)為彼等選自異佛爾酮二胺(IPDA)、4-甲基環己烷-1,3-二胺與2-甲基環己烷-1,3-二胺之混合物(MDACH)，及該等胺之混合物之群者。尤佳地，4-甲基環己烷-1,3-二胺與2-甲基環己烷-1,3-二胺(MDACH)之混合物於本發明摻合物之硬化劑b)中作為其他胺b2)。

除聚烷氧基聚胺b1)及其他胺b2)以外，本發明摻合物之硬化劑b)亦必須永遠包含觸媒b3)。觸媒b3)係選自於其胺基中具有3個以下碳原子及/或4個以下反應性NH官能基之三級胺、咪唑、咪唑啉、胍，具有4個以下反應性NH官能基之二級胺、脲化合物，及酮亞胺之群。該觸媒b3)較佳選自於其胺基中具有3個以下碳原子及/或4個以下反應性NH官能基之三級胺、咪唑、胍，及脲化合物之群。更佳地，該觸媒b3)係選自於其胺基中具有3個以下碳原子及/或4個以下反應性NH官能基之三級胺及胍之群。

三級胺爲：例如，N,N-二甲基苄胺、2,4,6-參(二甲胺基甲基)苯酚(DMP 30)、1,4-二氮雜二環[2.2.2]辛烷(DABCO)、1,8-二氮雜二環[5.4.0]十一-7-烯(DBU)、S-三嗪(Lupragen N 600)、雙(2-二甲胺基乙基)醚(Lupragen N 206)、五甲基二伸乙三胺(Lupragen N 301)、三甲基胺基乙基乙醇胺(Lupragen N 400)、四甲基-1,6-己二胺(Lupragen N 500)、胺基乙基嗎啉、胺基丙基嗎啉、胺基乙基伸乙脲或經N-烷基取代之嘧啶衍生物。咪唑爲咪唑本身，及其衍生物，諸如(例如)1-甲基咪唑、2-甲基咪唑、N-丁基咪唑、苯并咪唑、N-C<sub>1-12</sub>-烷基咪唑、N-芳基咪唑、2,4-乙基甲基咪唑、2-苯基咪唑、1-氰基乙基咪唑或N-胺基丙基咪唑。咪唑啉爲咪唑啉本身及其衍生物，諸如(例如)2-苯基咪唑啉。於其胺基中具有3個以下碳原子及/或4個以下反應性NH官能基之胍爲胍本身或其衍生物，諸如(例如)甲基胍、二甲基胍、三甲基胍、四甲基胍(TMG)、甲基異雙胍、二甲基異雙胍、四甲基異雙胍、六甲基異雙胍、七甲基異雙胍或二氰胺(DICY)。具有4個以下反應性NH官能基之二級胺爲：例如，N,N'-二異丙基異佛爾酮二胺(Jefflink<sup>®</sup> XTJ-584)、N,N'-二異丁基-4,4'-二胺基二環己基甲烷(Clearlink 1000)、N-(羥乙基)苯胺、二(2-甲氧基乙基)胺、嘧啶或諸如二(2-乙基己基)胺、二丁胺、二丙胺、二十三碳烷基胺之二烷基胺。脲化合物爲脲本身及其衍生物，諸如(例如)3-(4-氯苯基)-1,1-二甲基脲(滅草龍(monuron))、3-苯基-1,1-二甲基脲(非草龍(fenuron))、3-(3,4-二氯苯基)-1,1-二甲基脲(達有龍(diuron))、3-(3-氯-4-甲基苯基)-1,1-二甲基脲(綠麥隆(chlorotoluron))，及甲苯基-2,4-雙-N,N-二甲基脲(Amicure UR2T)。酮亞胺爲(例如)Epi-Kure 3502(爲乙二胺與甲基異丁基酮之反應產物)。

較佳地，該觸媒b3)爲選自四甲基胍(TMG)、2,4,6-參(二甲胺基甲基)苯酚(DMP 30)及1,4-二氮雜二環[2.2.2]辛烷(DABCO)之群者。於一



特定實施例中，該觸媒b3)為TMG及/或DMP 30。於另一較佳實施例中，該觸媒b3)為DABCO。

對於在本發明固化摻合物中達成所預期物理特性而言，聚烷氧基聚胺b1)、其他胺b2)及觸媒b3)之各自比例為極關鍵特徵。

該等聚烷氧基聚胺b1)之比例介於以硬化劑b)計10至79重量份範圍內，較佳在以硬化劑b)計20至70重量份範圍內，尤佳在以硬化劑b)計20至60重量份範圍內，特定言之在以硬化劑b)計22至58重量份範圍內。

本發明摻合物之該硬化劑b)中該等其他胺b2)之比例介於以硬化劑b)計20至89重量份範圍、較佳29至79重量份範圍、及尤佳30至60重量份範圍內。

本發明摻合物之硬化劑b)中該觸媒b3)之比例介於以硬化劑b)計0.5至30重量份範圍內。此範圍之下限較佳在1、更特定言之在2、更特定言之在4重量份。此範圍之上限較佳在20重量份。

於本發明摻合物之一特定實施例中，於各情況中，基於硬化劑b)計，該硬化劑b)中該觸媒b3)之比例介於0.5至7重量份範圍、較佳1至5重量份範圍內，及該觸媒b3)較佳為DPM-30及/或DABCO，更佳為DABCO。該等摻合物之另一特徵為：當其等固化時，就含PVC複合材料模製品而言，防止該PVC變色至某一特定有效程度。

必須使得群組b1)至b3)總計達100重量份地選擇硬化劑b)中該等各自群組b1)至b3)之比例。

硬化劑b)中該等群組b1)至b3)之較佳構成為彼等於各情況中具有基於硬化劑b)計聚烷氧基聚胺b1)在10至79重量份範圍、其他胺b2)在20至89重量份範圍、及觸媒b3)在0.5至30重量份範圍者。較佳為彼等於各情況中具有基於硬化劑b)計聚烷氧基聚胺b1)在20至70重量份範圍、其他胺b2)在29至79重量份範圍、及觸媒b3)在1至20範圍之構

成。

本發明之摻合物係藉由為熟習此技藝者所熟知的機械方法於低於160°C溫度下(較佳在5至30°C範圍)自個別成分混合而成。

於本發明之一實施例中，摻合物之黏度小於500 mPas(25°C下)，較佳小於400 mPas(25°C下)，尤佳小於350 mPas(25°C下)。

較佳地，使本發明摻合物達到1000 mPa s之黏度(40°C下)所需要的時間依據DIN 16945測得在60分鐘以上，較佳在80分鐘以上，尤佳在90分鐘以上。

本發明摻合物於完全硬化後之熱變形溫度(HDT(依據ISO 75 A測得))高於70°C。

本發明摻合物之完全硬化獲得固化環氧樹脂。該固化環氧樹脂之拉伸強度(依據ISO 527測得)大於或等於70 MPa、較佳大於74 MPa、尤佳大於78 MPa。

本發明之固化環氧樹脂之拉伸模數(依據ISO 527測得)大於或等於3100 MPa、較佳大於3200 MPa、尤佳大於3300 MPa。

本發明之固化環氧樹脂之破裂處拉伸應變(依據ISO 527測得)大於6.0%、較佳大於6.5%、尤佳大於7%。

本發明之固化環氧樹脂之撓曲強度(依據ISO 178測得)大於110 MPa、較佳大於115 MPa、尤佳大於120 MPa、特佳大於125 MPa。

本發明之固化環氧樹脂之撓曲模數(依據ISO 178測得)大於3200 MPa、較佳大於3300 MPa、尤佳大於3400 MPa。

就含有本發明摻合物之固化環氧樹脂而言，特定言之，拉伸強度、破裂處拉伸應變及撓曲強度之組合相當好。本發明之該等摻合物具有以下特殊特徵：可自其獲得之固化環氧樹脂結合至少70 MPa之良好拉伸強度圖與(例如)至少8.0%之相當高破裂處拉伸應變圖及/或(例如)至少120 MPa之相當高撓曲強度圖。

本發明進一步提供一種用於製造本發明摻合物之方法，其中該環氧樹脂組份a)係在低於固化初始溫度之溫度下與硬化劑b)混合。

該固化初始溫度為a)+b)之混合物發生反應之溫度。此溫度可依據DIN 53765藉由使用DSC以 $T_{RO}^E$ 測得。

使用本發明之摻合物時，固化速率與先前技術已知摻合物之固化速率相當。

本發明進一步提供一種本發明之摻合物於製造較佳呈模製品形式之固化環氧樹脂上之用途。該等固化環氧樹脂可包括強化纖維。

本發明進一步提供一種用於製造固化環氧樹脂之方法，其中本發明之摻合物係於大於或等於初始固化溫度、較佳大於或等於初始固化溫度加20°C之溫度下固化。該等固化環氧樹脂可包括強化纖維。另外，提供自本發明之固化環氧樹脂製造模製品。於此情況中，於一較佳實施例中，本發明之摻合物藉由VARTM技術引入用於固化形成模製品之模具中。

本發明進一步提供(可)藉由在大於或等於固化初始溫度、較佳大於或等於固化初始溫度加20°C之溫度下硬化本發明之摻合物獲得之固化環氧樹脂。為此，將本發明之該等摻合物加料至特定模具或施覆至表面，然後藉由增加溫度而硬化。用於施覆至表面之該等摻合物之構成亦可包含其他存於摻合物中之填料。該等填料為彼等選自以下之群者：具有觸變效應之試劑(例如，親水性及疏水性發煙二氧化矽)、UV穩定劑(例如，奈米級氧化物，諸如二氧化鈦及氧化鋅)、阻燃劑(例如，聚磷酸酯及磷)、矽酸酯、及用於改良機械特性之碳酸酯。該等填料可包含於環氧樹脂組份a)中或者包含於硬化劑b)中，或者可作為組份c)混合至本發明之摻合物中。其中經引入本發明摻合物之所使用模具可包括纖維強化材料或者須經保護免遭環境效應(諸如濕條件、氧、塵、或其他侵蝕性物質或效應)影響之元件。

本發明摻合物之固化得到可於模具中，或者無限制性地，在任何模具外製得之固化環氧樹脂。較佳之固化環氧樹脂為彼等經硬化成為模製部件者。該等模製部件為彼等選自用於機動車輛、飛機、船艦、船、及運動設備、及用於風力渦輪機葉片之模製部件之群者。尤佳為用於風力渦輪機之轉子葉片之模製部件。

該等模製部件之設計可包含(或者省去)纖維強化材料，及/或本發明之摻合物亦可包含纖維強化材料。該等纖維強化材料可包括織物、單-及多軸鋪放條子稀洋紗(scrims)、不織布、及由以下纖維材料製成之短纖維：玻璃纖維、碳或芳族聚醯胺纖維、PE纖維(Dyneema)、及玄武岩(basalt)纖維。較佳為由玻璃纖維及碳纖維製成之織物及單-及多軸鋪放條子稀洋紗。就具有纖維強化之大組件而言，較佳地，該等組件係經設計成具有纖維強化材料。尤佳為由玻璃纖維製成之單-及多軸鋪放條子稀洋紗。風力渦輪機之葉片殼較佳經設計成具有玻璃纖維之鋪放條子稀洋紗。

較佳藉由本發明之方法，藉由提供適宜之模具，將本發明摻合物引入該模具中，然後僅於完全填充該模具後才完全固化該材料而製得該等模製品。於本發明之方法中，較佳地，將本發明之摻合物藉由輸注技術引入適宜模具中。此處，對模製部件施加真空。在低於固化初始溫度之溫度下該真空以於加料程序期間黏度維持幾乎不變之方式將本發明之摻合物吸入至模具中及在其完全硬化之前以摻合物充填模製部件之所有區域。接著，於模製品中，摻合物完全硬化。可外部施用其他熱源以實現完全硬化。

### 【圖式簡單說明】

圖1顯示針對含有比較例7(◆)及本發明實例2(●)、3(▲)及5(■)之摻合物之固化環氧樹脂之Wöhler圖(作為y軸之應力振幅S(單位為MPa)對作為x軸之加載週期數N，以對數按比例繪製)。

實例：

下文提供實例來說明本發明，然實例僅用來說明本發明之特定態樣及當然不應視為限制本發明之範疇。

就本發明實例及比較例而言，依據表1及2中之詳細內容將環氧樹脂組份a)及硬化劑組份b)混在一起。所使用的物質如下：

雙酚A雙縮水甘油醚(DGEBA，Epilox<sup>®</sup> A18-00，購自LEUNA-Harze GmbH，EEW=180)、1,4-丁二醇雙縮水甘油醚(BDGE，Epilox<sup>®</sup> P13-21，購自LEUNA-Harze GmbH)、1,6-己二醇雙縮水甘油醚(HDGE，Epilox<sup>®</sup> P13-20，購自LEUNA-Harze GmbH)、C12-C14-烷基縮水甘油醚(C12-C14-AGE，Epilox<sup>®</sup> P13-18，購自LEUNA-Harze GmbH)、碳酸丙烯酯(PC，購自BASF SE)、聚醚胺D230(D230，Baxxodur<sup>®</sup> EC 301，購自BASF SE)、聚醚胺XTJ 568(XTJ568，Jeffamine<sup>®</sup>XTJ 568，購自Huntsman)、異佛爾酮二胺(IPDA，Baxxodur<sup>®</sup> EC 201，購自BASF SE)、4-甲基環己烷-1,3-二胺與2-甲基環己烷-1,3-二胺之混合物(MDACH，Baxxodur<sup>®</sup> ECX 210，購自BASF SE)、四甲基胍(TMG，購自Lonza)、2,4,6-參(二甲胺基甲基)-苯酚(DMP-30，購自Sigma-Aldrich)，及1,4-二氮雜二環[2.2.2]辛烷(DABCO，購自Sigma-Aldrich)。

以硬化劑b)之胺當量對環氧樹脂、反應性稀釋劑及環氧樹脂組份a)之環狀碳酸酯之總和之當量(諸如)可達到表3中所述的比例之比例，將該等個別環氧樹脂組份a)及硬化劑組份b)混合。

就該等實例之摻合物而言，記錄25°C下之初始黏度及於40°C下達到1000 mPa\*s之黏度(依據DIN 16945)之時間。所記錄的結果彙整於表3中。

就比較例3及本發明實例3、5及8而言，製得含有PVC發泡體(Divinycell H60，來自DIAB)及對應摻合物之複合工作件及於70°C下

固化15小時。基於自1(無可辨別的變色)至5(極度深色變色)之標度，視覺評價及評估鄰近該摻合物之該PVC發泡體之變色。再將該等結果彙整於表3中。

於70°C下將該等實例之該等摻合物固化15小時。對於含摻合物之固化環氧樹脂，依據標準品ISO 75 A、ISO 527及ISO 178測定熱變形溫度(HDT)、拉伸強度、拉伸模數、破裂處拉伸應變、撓曲強度，及撓曲模數。該等測量之結果彙整於表4中。

就比較例7及本發明實例2、6及8而言，測定疲勞強度作為動態穩定性之量度。為達此目的，自各別摻合物，於70°C下使用雙軸(玻璃纖維)條子稀洋紗且固化15小時製得具有230 mm×32 mm×2.5 mm尺寸之測試元件。於張力-壓力極限測試(正弦加載，R=-1，測試頻率：1.5-2 Hz，測試方向：+/-45°，測試溫度23°C，相對濕度：50%)中，將該等測試元件暴露至單級長時間振動。針對於預定應力振幅，進行加載週期數之測量直到測試元件破裂。測量值及所得特徵線(Wöhler曲線；作為y軸之應力振幅S(單位為MPa)對作為x軸之加載週期數N)顯示於圖1中。與比較例7相比較，本發明實例2、6及8展現明顯增加之疲勞強度。

表1：環氧樹脂組份a)之構成(單位為重量份)

	DGEBA	BDGE	HDGE	C12-C14-AGE	PC
比較例1	82	18			
比較例2	82	18			
比較例3	78	22			
比較例4	78	22			
比較例5	90				10
比較例6	80				20
比較例7	81		19		
本發明實例1	90				10

本發明實例2	90				10
本發明實例3	88			4	8
本發明實例4	89			4	7
本發明實例5	89			4	7
本發明實例6	89			3	8
本發明實例7	87.5			5	7.5
本發明實例8	90				10
本發明實例9	89		2		9
本發明實例10	89			3	8

BDGE：1,4-丁二醇雙縮水甘油醚；HDGE：1,6-己二醇雙縮水甘油醚；C12-C14-AGE：C12-C14-烷基縮水甘油醚

表2：硬化劑組份b)之構成(單位為重量份)

	D230	XTJ 568	IPDA	MDACH	TMG	DMP-30	DABCO
比較例1	60		40				
比較例2	70			30			
比較例3	60		25		15		
比較例4	60		25		7.5	7.5	
比較例5	60		40				
比較例6	25			60	15		
比較例7	60		40				
本發明實例1	25			55	10	10	
本發明實例2	55			35		10	
本發明實例3	58			38		4	
本發明實例4	49.75			49.75			0.5
本發明實例5	60			39			1
本發明實例6		55	45				2
本發明實例7	47.5			47.5			5
本發明實例8		60	25		15		
本發明實例9	59		39			2	
本發明實例10		39		59.5			0.5

表3：摻合物及其性質

	N-當量	黏度	T(1000 mPa*s)	PVC變色
比較例1	1	275	110	-
比較例2	1	250	140	-
比較例3	0.6	275	160	5
比較例4	0.6	320	130	-
比較例5	1	200	80	-
比較例6	0.6	100	100	-
比較例7	1	250	120	-
本發明實例1	0.4	350	90	-
本發明實例2	0.6	325	100	-
本發明實例3	0.7	250	130	3
本發明實例4	0.9	250	120	-
本發明實例5	0.9	250	120	1
本發明實例6	0.8	300	100	-
本發明實例7	0.8	300	90	-
本發明實例8	0.6	325	140	5
本發明實例9	0.8	275	100	-
本發明實例10	0.9	225	120	-

N-當量：每當量環氧/碳酸酯之胺當量

黏度：25°C下之黏度，單位為mPa\*s

T(1000mPa\*s)：於40°C下，直到1000 mPa\*s之時間(單位為min)

PVC變色：硬化期間與摻合物接觸之PVC發泡體之變色：

1：無；2：極輕微；3：輕微；4：深色；5：極度深色

表3顯示就黏度及與用於製造風力渦輪機轉子葉片之模製品之標準摻合物之反應性方面而論，本發明之摻合物可相比擬。



表4：固化環氧樹脂(15 h，70°C)及其性質

	拉伸s.	拉伸m.	拉伸s. a. b.	撓曲s.	撓曲m.	HDT
比較例1	68	3100	6.5	115	3200	73
比較例2	68	3100	7.5	110	3100	72
比較例3	71	3100	7.5	115	3100	87
比較例4	71	3000	7.5	115	3100	85
比較例5	65	3200	9	110	3400	64
比較例6	62	3100	5.5	95	3200	55
比較例7	69	3000	9.5	112	3000	82
本發明實例1	85	3600	8.5	145	3900	82
本發明實例2	79	3350	10	125	3500	84
本發明實例3	72	3200	12	120	3300	76
本發明實例4	70	3200	11	120	3300	73
本發明實例5	71	3200	10	120	3300	71
本發明實例6	72	3100	9	120	3200	75
本發明實例7	77	3200	8.5	127	3300	78
本發明實例8	74	3300	9	126	3400	75
本發明實例9	70	3100	12	113	3200	71
本發明實例10	72	3100	11	117	3300	76

拉伸s.：拉伸強度，單位為Mpa；拉伸m.：拉伸模數，單位為Mpa；拉伸s. a. b.：斷裂拉伸應變，單位%；撓曲s.：撓曲強度，單位為Mpa；撓曲m.：撓曲模數，單位為%；HDT：熱變形溫度，單位為°C

表4顯示本發明之固化環氧樹脂展現較高水平之機械特性，及同時，其HDT高於70°C。

#### 【符號說明】

(無)

## 申請專利範圍

1. 一種摻合物，其包含：

a. 包含以下之環氧樹脂組份：

a1) 以環氧樹脂組份a)計，75至97重量份之一或多種環氧樹脂，其選自芳族環氧樹脂及/或環脂族環氧樹脂之群，及

a2) 以環氧樹脂組份a)計，3至18重量份之一或多種環狀碳酸酯，其選自具有1至10個碳原子之環狀碳酸酯之群，及

a3) 以環氧樹脂組份a)計，0至15重量份之一或多種反應性稀釋劑，

其中組份a1)至a3)之重量份總和始終為100，

及

b. 包含以下之硬化劑：

b1) 以硬化劑b)計，10至79重量份之一或多種聚烷氧基聚胺，及

b2) 以硬化劑b)計，20至89重量份之一或多種其他胺，其選自其一級及/或二級胺基中具有至少3個碳原子及至少4個反應性NH官能基之芳族、芳基脂族、環脂族、雜環及脂族聚胺之群，及

b3) 以硬化劑b)計，0.5至30重量份之一或多種觸媒，其選自其胺基中具有3個以下碳原子及/或4個以下反應性NH官能基之三級胺、咪唑、咪唑啉、胍；具有4個以下反應性NH官能基之二級胺；經取代之脲、胍胺及酮亞胺之群，

其中組份b1)至b3)之重量份總和始終為100，

其中該硬化劑b)之胺基當量對所使用環氧樹脂組份a)中之全部環氧樹脂及環狀碳酸酯當量之比例係在0.3至0.9範圍內，

其中該等反應性稀釋劑a3)為彼等選自以下之群者：1,4-丁二

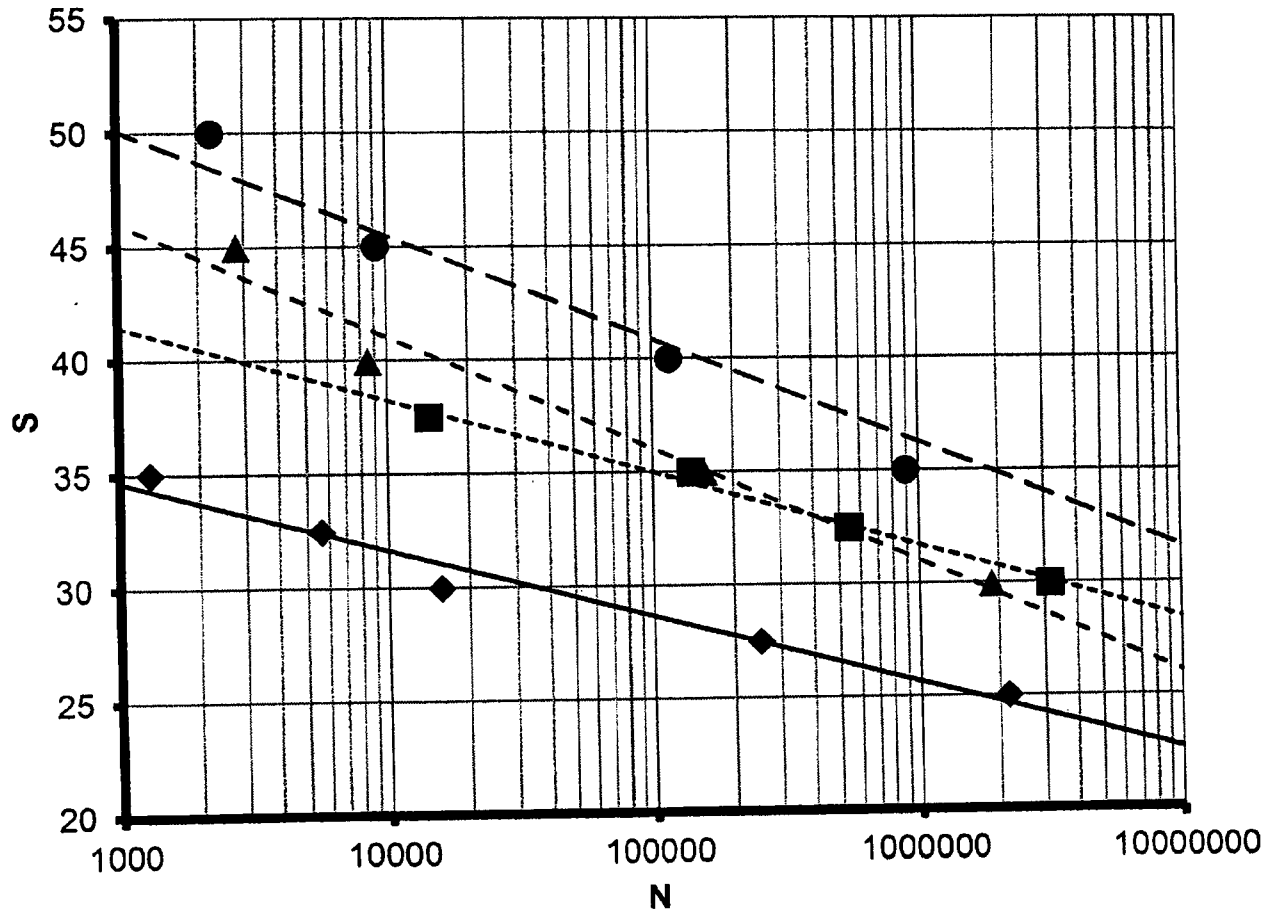
醇雙縮水甘油醚、1,6-己二醇雙縮水甘油醚、新癸酸縮水甘油酯、柯赫酸縮水甘油酯、2-乙基己基縮水甘油醚、C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub>-烷基縮水甘油醚、C<sub>12</sub>-C<sub>14</sub>-烷基縮水甘油醚、C<sub>13</sub>-C<sub>15</sub>-烷基縮水甘油醚、對第三丁基縮水甘油醚、丁基縮水甘油醚、壬基苯基縮水甘油醚、對第三丁基苯基縮水甘油醚、苯基縮水甘油醚、鄰甲苯酚基縮水甘油醚、聚氧丙二醇二縮水甘油醚、三羥甲基丙烷三縮水甘油醚(TMP)、甘油基三縮水甘油醚、三縮水甘油基對胺基苯酚(TGPAP)、二乙烯基苄基二氧化物及二環氧化二環戊二烯。

2. 如請求項1之摻合物，其中該等環氧樹脂a1)為彼等選自雙酚A雙縮水甘油醚及雙酚F雙縮水甘油醚之群者。
3. 如請求項1或2之摻合物，其中該一或多種環狀碳酸酯a2)為碳酸丙烯酯及/或碳酸乙烯酯。
4. 如請求項1或2之摻合物，其中該一或多種反應性稀釋劑a3)為彼等選自1,4-丁二醇雙縮水甘油醚、1,6-己二醇雙縮水甘油醚、C<sub>12</sub>-C<sub>14</sub>-烷基縮水甘油醚、C<sub>13</sub>-C<sub>15</sub>-烷基縮水甘油醚及三羥甲基丙烷三縮水甘油醚之群者。
5. 如請求項1或2之摻合物，其中該一或多種反應性稀釋劑a3)為彼等選自1,4-丁二醇雙縮水甘油醚、1,6-己二醇雙縮水甘油醚、C<sub>12</sub>-C<sub>14</sub>-烷基縮水甘油醚及C<sub>13</sub>-C<sub>15</sub>-烷基縮水甘油醚之群者。
6. 如請求項1或2之摻合物，其中該一或多種聚烷氧基聚胺b1)為彼等選自聚醚胺(Polyetheramin)D230、聚醚胺D 400、聚醚胺T 403、聚醚胺T 5000及Jeffamine® XTJ-568之群者。
7. 如請求項1或2之摻合物，其中該一或多種其他胺b2)為異佛爾酮二胺(IPDA)及/或4-甲基環己烷-1,3-二胺與2-甲基環己烷-1,3-二胺(MDACH)之混合物。
8. 如請求項1或2之摻合物，其中該摻合物亦包括強化纖維。

9. 如請求項1或2之摻合物，其中該一或多種環狀碳酸酯a2)佔環氧樹脂組份a)之6至18重量份。
10. 如請求項1或2之摻合物，其中該一或多種觸媒b3)係選自其胺基中具有3個以下碳原子及/或4個以下反應性NH官能基之三級胺及胍之群。
11. 如請求項1或2之摻合物，其中該一或多種觸媒b3)係選自三級胺之群。
12. 如請求項1或2之摻合物，其中該一或多種觸媒b3)係選自其胺基中具有3個以下碳原子及/或4個以下反應性NH官能基之胍之群。
13. 如請求項1或2之摻合物，其中該一或多種觸媒b3)為彼等選自四甲基胍(TMG)、2,4,6-參(二甲胺基甲基)苯酚(DMP 30)及1,4-二氮雜二環[2.2.2]辛烷(DABCO)之群者。
14. 如請求項1或2之摻合物，其中該一或多種觸媒b3)係選自2,4,6-參(二甲胺基甲基)苯酚(DMP 30)及1,4-二氮雜二環[2.2.2]辛烷(DABCO)之群者。
15. 如請求項1或2之摻合物，其中該觸媒b3)為四甲基胍(TMG)。
16. 如請求項1或2之摻合物，其中該一或多種觸媒b3)佔硬化劑b)之0.5至7重量份。
17. 如請求項1或2之摻合物，其中該一或多種觸媒b3)佔硬化劑b)之0.5至7重量份，及係選自2,4,6-參(二甲胺基甲基)苯酚(DMP 30)及1,4-二氮雜二環[2.2.2]辛烷(DABCO)之群。
18. 如請求項1或2之摻合物，其中該觸媒b3)佔硬化劑b)之0.5至7重量份，及其為1,4-二氮雜二環[2.2.2]辛烷(DABCO)。
19. 一種用於製造如請求項1至18中任一項之摻合物之方法，其中該環氧樹脂組份a)及該硬化劑b)係在低於固化初始溫度之溫度下進行混合。

20. 一種用於製造固化環氧樹脂之方法，其中使如請求項1至18中任一項之摻合物在大於或等於固化初始溫度之溫度下固化。
21. 一種可藉由在大於或等於固化初始溫度之溫度下固化如請求項1至18中任一項之摻合物來獲得之固化環氧樹脂。

圖式



- ◆: 比較例7,
- : 本發明實例5,
- ▲: 本發明實例3,
- : 本發明實例2,

圖1