

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96121537

※申請日期：96.6.14

※IPC 分類：C04B 35/645 (2006.01)

B32B 18/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具表面電路圖案之低溫共燒陶瓷之無壓力束縛燒結之改良方法
IMPROVED PROCESS FOR PRESSURELESS CONSTRAINED
SINTERING OF LOW TEMPERATURE CO-FIRED CERAMIC WITH
SURFACE CIRCUIT PATTERNS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商杜邦股份有限公司

E. I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY

代表人：(中文/英文)

馬瑞安 迪 麥克奈海

MECONNAHEY, MIRIAM D.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國德來懷州威明頓市馬卡第街1007號

1007 MARKET STREET, WILMINGTON, DELAWARE 19898, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 卡爾 B 王
WANG, CARL B.
2. 麥可 阿內特 史密斯
SMITH, MICHAEL ARNETT

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.
2. 美國 U.S.A.

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2006年06月16日；60/814,155

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種形成一低溫共燒陶瓷(LTCC)結構的改良方法。

【先前技術】

互連電路板或封裝係由經電互連或機械互連之多個極小電路元件對電子電路或子系統的實體實現。常常需要將此等不同類型之電子組件組合於一配置中，從而使其可在實體上隔離並且彼此相鄰地安裝於單一緊致封裝中且彼此電連接且/或電連接至自該封裝延伸之共同接線。

複雜電子電路一般要求由被相應的絕緣介電帶層分離之若干導體階層來構建電路。導體層經由介電層予以互連，介電層藉由導電通路(稱為通孔填料)將其分離。

在所有後續論述中，應瞭解，術語帶層或介電層的使用暗示與陶瓷帶共燒之表面導體與互連通孔填料之金屬化的存在。以類似方式，術語層壓物或複合物暗示已被衝壓在一起以形成單一實體的經金屬化帶層之集合。

在Steinberg的U.S. 4,654,095中揭示使用基於陶瓷的生坯帶來製造LTCC多層電路。該共燒的自由燒結方法提供許多優於先前技術之優點。然而，當需要較大電路時，沿著平面或x, y方向之燒製收縮率的變化經證實為過於顯著而不能滿足需要。假定當代表面黏著組件之尺寸得以減小，則收縮率容許度(x, y收縮率之再現性)已經證實為過大而不能允許對遠大於6"乘6"之LTCC層壓物的有用製造。此上

限在當今持續受到隨著每一代新型電路及封裝的發展而對於較大電路密度之需要的挑戰。為改良生產良率同時以最小實體尺寸提供多個電路功能，常常需要在6"乘6"或更大尺寸之LTCC層壓物上提供模組或組件之大規模陣列。此又轉化為越來越小的模組或組件尺寸，且進而轉化為更小的幾何形狀，其包括帶中之間距更小之更窄導線與空間及更小通孔。所有這一切要求遠低於由LTCC層壓物之自由燒結可實際提供的收縮率容許度。

在Mikeska的U.S. 5,085,720中揭示了一種用於在生坯陶瓷體之燒製期間降低X-Y收縮率的方法，其中將在燒製期間會變得多孔之釋放層置放於陶瓷體上且在保持集合體上之壓力垂直於陶瓷體表面的同時燒製該集合體。因為經由壓力輔助方法獲得了降低的X-Y收縮率，所以此用於製造LTCC多層電路之方法提供優於Steinberg之顯著優點。

已開發出一種改良的共燒LTCC方法且在Mikeska的U.S. 5,254,191中揭示該方法。此方法(被稱為PLAS，無壓力輔助燒結之縮寫)將基於陶瓷的離型帶層置放於生坯LTCC層壓物之兩個主要外部表面上。離型帶在燒製過程期間控制收縮率。因為該方法允許電路特徵之經燒製尺寸更為可預測，所以其代表經燒製收縮率容許度的極大改良。

在Fasano等人的U.S. 6,139,666中提出對由Mikeska提議之技術的修改，其中以特定角度斜切多層陶瓷之邊緣以校正邊緣變形，邊緣變形係歸因於由外加的離型帶在燒製期間施加之不完全的收縮率控制。

Shepherd 在 U.S. 6,205,032 中提議了另一種用於控制 LTCC 結構中之定位 (registration) 的方法。該方法燒製 LTCC 電路之核心部分，該核心部分會引起無束縛電路之正常收縮率及收縮率變化。使後續層與預燒核心之特徵匹配，然後使用預燒核心來束縛層壓至剛性預燒核心之生坯層的燒結。平面收縮率被控制在 0.8-1.2% 之範圍但從未降低至零。因此，在定位變得不可接受之前，該技術限於少數幾層。

在基於帶之受束縛燒結方法中之釋放期間，離型帶用以阻止並限制 x 及 y 方向上之任何可能的收縮。離型帶本身不會在任何顯著程度上燒結且在任何後續電路製造操作之前被移除。藉由諸如刷洗、噴砂或噴珠之多種適當程序中的一者達成移除。

因為在燒製之後完全移除該離型帶的難度及任何殘餘離型帶微粒對頂部導體及底部導體之可焊接性及導線可結合性的負面影響，所以不能使用先前技術方法與層壓物共同處理頂部導體及底部導體。藉由進階的處理技術，在燒製之後更徹底地移除離型帶已變得較為容易。此外，更多的 LTCC 製造商正使用鎳/金電鍍來改良表面導體之可焊接性或導線可結合性。關於先前技術方法之無能為力(亦即，對於共燒頂部導體及底部導體與層壓物之無能為力)的此等必要步驟可能僅作為燒製並移除離型帶之後的後燒策略之部分予以執行。此外，形成 LTCC 結構之先前技術方法要求在過程中使用墊片。此墊片導致可能的破裂及與處理

有關之其他問題。圖1及圖2描述包括墊片之使用的形成LTCC結構之先前技術方法。

圖1中所示之用於先前技術PLAS方法的LTCC與離型帶組合包括至少1/16"厚的不銹鋼或其他適當金屬材料之一底部壓板(104)，較佳厚度範圍為1/8"至1/4"，一定位銷(105)附著於該底部壓板(104)，且底部離型帶層(102)、預電路化LTCC帶層(103)、頂部離型帶層(102)及一薄的、不銹鋼、銅或其他適當金屬墊板(101)置放於該壓板(104)上，墊板(101)之典型厚度在0.01"與0.02"之間。

圖2a展示具有被圖案化於頂部LTCC帶層(103)之外部表面上之電路特徵(106)的圖1組合之放大的頂部。與金屬墊板(101)接觸之頂部離型帶層(102)直接位於其上，且全總成在置放於均衡層壓機之熱水浴中之前至少兩次在聚丙烯袋(108)中受保護。說明了經由熱水施加之壓力的方向(109)，且歸因於墊板(108)之硬度，包括頂部離型帶之LTCC組合的不充分變形在電路特徵(106)周圍留下氣穴(107)。在後續的鍋爐燒製期間，與離型帶緊密接觸之區域被束縛於x, y平面中，而與氣穴(107)相鄰的不受離型帶有效影響之電路特徵(106)經歷自由燒結並在局部產生不平衡燒結應力。此產生如圖2b中所示之裂痕(110)。頂部LTCC層(103a)、電路特徵(106a)及頂部離型帶層(102a)均顯示出厚度縮減。氣穴(107a)儘管歸因於鍋爐燒製而在體積或尺寸上收縮但仍存在於經燒製之組合中。

本發明之方法允許離型帶層對LTCC基板之外部頂部表

面及底部表面上之所有區域產生的改良之束縛效應，無論該等區域是在空白基板表面上還是在突出於空白基板表面上方的電路圖案特徵上。本發明允許頂部表面導體及底部表面導體的共燒。

本發明製造一種結構，其在具有頂部表面電路圖案及底部表面電路圖案之LTCC多層基板上展現x, y收縮率之相互抑制，該等電路圖案包括(但不限於)由通孔、導體、電容器、電感器及電阻器形成之特徵及生坯層壓物切割道凹陷。

【發明內容】

本發明係關於一種用於製造一具有外部表面特徵之LTCC結構的方法，該方法包含：

- (a) 提供兩個或兩個以上的LTCC帶層，該等LTCC帶層形成一具有一頂面及一底面之次總成(sub-assembly)，其中至少一外部表面具有功能特徵；
- (b) 提供一頂部離型帶層及一底部離型帶層；
- (c) 將該頂部離型帶層施加於該次總成之頂面，且將該底部離型帶層施加於該次總成之底面；形成一全總成(full assembly)；
- (d) 提供一底部壓板，且將該全總成施加於該底部壓板，其中該底部離型帶層係與該底部壓板接觸；
- (e) 層壓該施加於該底部壓板之全總成；
- (f) 燒製該經層壓之總成；及
- (g) 移除該頂部離型帶層及該底部離型帶層。

本發明亦關於一種形成具有外部切割道之LTCC結構的方法，該方法包含：

- (a) 提供兩個或兩個以上之LTCC帶層，該等LTCC帶層形成一具有一頂面及一底面之次總成，其中導軌(guide)係存在於表面上，該等導軌指示將在何處切割道；
- (b) 使用步驟(a)之該等導軌在該經層壓之次總成上切割出道凹陷；
- (c) 提供一頂部離型帶層及一底部離型帶層；
- (d) 將該頂部離型帶層施加於該次總成之頂面，且將該底部離型帶層施加於該次總成之底面；形成一全總成；
- (e) 提供一底部壓板，且將該全總成施加於該底部壓板，其中該底部離型帶層係與該底部壓板接觸；
- (f) 層壓該施加於該底部壓板之全總成；
- (g) 燒製該經層壓之總成；及
- (h) 移除該頂部離型帶層及該底部離型帶層。

【實施方式】

本發明關於一種由具有一或多種不同介電帶化學品之多層結構之前驅體生坯(未經燒製)層壓物製造的經改良之無裂痕、非拱形、無變形、零收縮之低溫共燒陶瓷(LTCC)體、複合物、模組或封裝，該或該等不同介電帶化學品藉由用於每一帶層之可共燒厚膜電路材料(諸如可絲網印刷之導體、光可成形之Fodel®導體、通孔填料、電容器、電

感器或電阻器)而經圖案化，該每一帶層包括與犧牲離型帶直接接觸之頂部表面帶層與底部表面帶層。本發明之方法亦在與犧牲離型帶直接接觸之帶層之外部表面上併入生坯層壓物切割道。

為說明之目的，預電路化之LTCC帶層之群組被稱為"次總成"，且上述"次總成"與頂部離型帶層及底部離型帶層的組合被稱為"全總成"。

本發明之一實施例關於具有共燒表面特徵之LTCC結構。此等表面特徵(本文中亦被稱為功能特徵)可包括(例如)厚膜導體、電容器、電感器或電阻器。本發明之另一態樣關於使製造具有共燒表面特徵之LTCC結構成為可能的改良，諸如方法及過程。本發明之實施例關於使用如本文中所述之改良PLAS技術來製造具有外部表面特徵之LTCC結構。由所述方法製成之LTCC結構具有消除之破裂、位置精確性及所要的電路生產良率。

本發明之一實施例關於使用如本文中所述之改良PLAS技術在LTCC結構之外部表面上切割道。

本發明之另一實施例關於由經切割之LTCC結構形成個別離散LTCC電路基板。個別離散LTCC電路基板沿著LTCC結構上之切割道被分離。該等個別電路基板之單一化不要求使用切割機進行分離。

在本發明之一實施例中，由所述方法製成之LTCC結構可用於大型面板上之較小尺寸LTCC電路基板之陣列的大量生產。在又一實施例中，大型面板可大致為6"×6"至

10"×10"。在另一實施例中，較小尺寸的LTCC電路基板具有外部表面特徵。在又一實施例中，個別離散LTCC電路基板沿著LTCC結構上之切割道被手動或自動地分離。所得LTCC電路基板為平坦且無裂痕的。

此等具有表面特徵之LTCC結構具有許多所要特性，其包括：(1)表面電路特徵之界限更為分明之幾何形狀，此係由於與次總成之頂部LTCC帶層上之經印刷且乾燥之電路特徵等形的離型帶的PLAS效應。會發生此效應係部分因為，在後續的燒製期間，電路特徵僅限於厚度方向上收縮且因此能夠保持界限分明之(well defined)幾何形狀。(2)表面特徵局部凹陷於次總成之外部(頂部或底部)LTCC帶層中，此係由於均衡層壓壓力。掃描電子顯微鏡(SEM)橫截面分析可用以證明該物理效應。(3)表面電路特徵及切割道凹陷之高度平坦化。此等具有共燒表面特徵之LTCC結構的其他特性包括不會影響LTCC電路基板內之電路效能或與外部電路組件及/或母板之連接或附著的特性。此等特性包括：(1)經燒製之離型帶微粒的存在，且其程度視方法及離型帶移除過程之徹底性而定。(2)在離型帶移除期間(例如)由乾式或濕式拋光過程引入的表面電路特徵之痕跡或污點的存在。

所述具有共燒表面特徵之LTCC結構及用於製造該等結構之方法及過程具有優於典型PLAS LTCC生產的優點。在上文描述了某些此等優點。具有表面特徵之LTCC結構的典型PLAS生產可能具有缺點，其包括：(1)後燒表面電路

特徵之幾何形狀可能不如所需要的般界限分明。此可能部分由於在對傾向於下陷或流動之後燒電路特徵的燒結過程期間沒有離型帶之限制。(2)在後燒過程之後表面特徵可能主要停留於頂部LTCC帶層之高度處，因為該等特徵未如同其共燒對應物般經受層壓。(3)使用習知PLAS技術在大型面板上製造較小電路基板之陣列可能會導致不規則構形及切割道凹陷之平面度的缺乏。此等特性通常為不當的且可能總體上抑制隨後在該面板上對後燒表面特徵之絲網印刷。為克服此可能的限制，可能需要額外步驟，諸如對由此而手動或自動地分離之離散的較小尺寸電路基板之單一化及印刷及燒製之步驟。此等典型PLAS LTCC結構與本發明之結構的不同之處亦在於，典型PLAS LTCC結構不會收集任何經燒製之離型帶微粒，亦不會發現痕跡與污點。此主要歸因於離型帶之移除。在圖案化後燒表面電路特徵之前進行移除。

在本發明之另一實施例中，該方法提供一無變形、無裂痕且無拱形的低溫共燒陶瓷結構，該方法包含：(a)提供具有功能特徵之兩個或兩個以上之LTCC帶層，其中該等LTCC帶層形成一次總成；(b)提供一頂部離型帶層及一底部離型帶層；(c)校對該等LTCC帶層、該頂部離型帶層及該底部離型帶層，以形成一全總成；(d)提供一底部壓板；(e)將該組合封閉於兩個或兩個以上的袋中；(f)均衡地層壓該組合以形成一經層壓之組合；(g)移除該等袋；(h)燒製該經層壓之組合；及(i)移除該頂部離型帶層及該底部離

型帶層。

在本發明之某些實施例中，功能特徵可在次總成之頂層之表面上且在次總成之底層之表面上。在又一實施例中，功能特徵可在次總成之頂層之表面上。在又一實施例中，功能特徵可不在次總成之底層上。如本文中所使用，將底層定義為面向金屬壓板之層。如本文中所使用，將頂層定義為不面向金屬壓板之層。如本文中所使用，次總成之頂層或底層之表面係指次總成之頂層或底層之外部表面；不面向次總成之其他層之表面。

圖3A-C及圖4A-B展示本發明之詳細實施例。以下詳細描述該等實施例。熟習此項技術者應瞭解，圖3及圖4在本文中起證明作用而非意欲限制本發明。

圖3A展示本發明之方法，其中將具有被圖案化於頂部LTCC帶層(103)之外部表面上之電路特徵(106)的LTCC組合之放大的頂部附著於頂部離型帶層(102)。接著，在將此全總成置放於均衡層壓機之熱水浴中之前至少兩次將其置放並保護於一聚丙烯袋(108)中。對經由熱水施加之壓力的方向(109)加以說明，且與圖2A中所示之先前技術處理不同，外加壓力足以使聚丙烯袋(108)與頂部離型帶層(102)一起變形以產生離型帶與由圖案化之表面電路特徵(106)建立之構形的有效等形，從而在周圍留下最少的氣穴(107)或不留下氣穴(107)。

在圖3B中展示另一組態，其中在聚丙烯袋(108)保護之步驟之前將一可壓縮的橡膠或塑膠層(114)置放於在一具有

圖案化之電路特徵(106)之LTCC帶層(103)之頂部上的離型帶層(102)之頂部上。此配置亦允許離型帶與由圖案化之表面電路特徵(106)建立之構形的有效等形，從而在周圍留下最少的氣穴(107)或不留下氣穴(107)。

圖3C展用於示圖3A與圖3B中所說明之LTCC組合之經燒製LTCC結構的示意圖。在後續的鍋爐燒製期間，包括空白LTCC基板表面(103a)及圖案化之電路特徵(106a)的所有區域均束縛於x, y平面中，因為該等區域均與離型帶緊密接觸。因此，儘管在LTCC帶與導體或用以製造電路特徵之其他材料之間存在燒結差異，但較大約束力會克服燒結應力並導致無裂痕之經燒製LTCC結構。頂部LTCC層(103a)、電路特徵(106a)及頂部離型帶層(102a)均顯示出厚度縮減。

圖4A展示本發明對於先前技術過程之改良且集中於全LTCC組合之底部配置上。最底部LTCC帶層(111)被圖案化有電路特徵(112)且展示為與底部離型帶層(113)直接接觸。並非將一可壓縮的橡膠或塑膠層(114)直接置放於一底部不銹鋼或其他適當金屬壓板(115)上，而是將其作為插入物提供。接著，至少兩次在一聚丙烯袋(108)中保護該組合。亦展示經由均衡層壓機中之熱水施加之壓力的方向(109)。儘管厚壓板(115)在外加壓力下不可壓縮，但可壓縮的橡膠或塑膠插入物(114)有效地變形以使底部離型帶層(113)與由圖案化之表面電路特徵(106)建立之構形等形，從而在周圍留下最少的氣穴(107)。

在後續的鍋爐燒製期間，包括空白LTCC基板表面(113a)及圖案化之電路特徵(112a)的所有區域均束縛於x, y平面中，因為該等區域均與離型帶緊密接觸。因此，儘管在LTCC帶與用以形成電路特徵之導體或其他材料之間存在燒結差異，但較大約束力克服了燒結應力並產生無裂痕之經燒製LTCC結構。頂部LTCC層(111a)、電路特徵(112a)及頂部離型帶層(113a)均顯示出厚度縮減。

圖5A展示本發明之方法，其中將具有被圖案化於頂部LTCC帶層(103)之外部表面上之電路特徵(106)的LTCC組合之放大的頂部附著於頂部離型帶層(102)。此組合與圖3A中所說明之組合之間的差異在於，頂部LTCC帶層(103)之中心處所示之切割道(116)。接著，在將此全總成置放於均衡層壓機之熱水浴中之前至少兩次將其置放並保護於一聚丙烯袋(108)中。對經由熱水施加之壓力的方向(109)加以說明，且與圖2A中所示之先前技術過程不同，外加壓力足以使聚丙烯袋(108)與頂部離型帶層(102)一起變形以產生離型帶與由圖案化之表面電路特徵(106)及切割道(116)區域建立之構形的有效等形，從而在周圍留下最少的氣穴(107)或不留下氣穴(107)。

圖5B展示用於圖5A中所說明之LTCC組合之經燒製LTCC結構的示意圖。在後續的鍋爐燒製期間，包括空白LTCC基板表面(103a)及圖案化之電路特徵(106a)的所有區域及切割道區域(116a)均束縛於x, y平面中，因為該等區域均與離型帶緊密接觸。因此，儘管在LTCC帶與用以形成電

路特徵之導體或其他材料之間存在燒結差異，但較大約束力克服了燒結應力並產生無裂痕之經燒製LTCC結構。頂部LTCC層(103a)、電路特徵(106a)及頂部離型帶層(102a)均顯示出厚度縮減。此外，離型帶層(102a)展示出一間隔(107a)，其係歸因於來自LTCC帶層(103a)及彼等下伏帶層之燒結之應力。

在本發明之一實施例中，含玻璃之LTCC帶層的兩個或兩個以上層在每一LTCC帶層上具備導體電路圖案、通孔及其他功能特徵，每一LTCC帶層包括且不限於LTCC帶次總成之頂部表面及底部表面。次總成與犧牲離型帶層直接接觸。離型帶層為全總成之最外層材料。當全總成被熱處理時，其產生展現出小於1%且較佳小於0.2%之x, y收縮率的結構。

對藉由PLAS進行之x, y收縮率控制的描述可見於美國專利第5,085,720號第4欄第15-62行中及美國專利第6,776,861號第1欄第40-47行中。此等兩個專利以引用方式併入本文中。

在本發明之實施例中，在又一實施例中可獲得小於1%之x, y收縮率，可獲得小於0.2%之x, y收縮率。

在本發明之另一實施例中，在一生成批次內或在若干生成批次之間收縮率值的變化小於藉由自由燒結過程製成之習知電路基板。在此實施例之一態樣中，收縮率變化之範圍可小於 $\pm 0.15\%$ ；在又一態樣中，收縮率變化之範圍可小於 $\pm 0.05\%$ 。

可藉由計算LTCC空白基板或電路基板之一群組之頂部薄片上的各個平面定向之預沖孔通孔之間的間距之平均尺寸變化來進行x, y收縮率的特性化。可藉由使用工具顯微鏡、光學比較器及熟習此項技術者已知的其他方法來進行間距之量測。為說明由層壓過程引起之變化，與經燒製LTCC空白基板或電路基板上之相同通孔對的間距(具有值b)一起使用基於通孔沖頭銼之頂部薄片上的間距(具有值a)且將收縮率百分比計算為：

$$100\% \times (a-b)/a$$

用於諸如6"×6"至10"×10"之大型面板上的較小尺寸LTCC電路基板之陣列之大量生產的當前可用方法具有缺點，其包括(但不限於)處理步驟的添加。典型方法涉及校對並接著層壓LTCC電路化層與頂部離型帶及底部離型帶，燒製全總成，移除離型帶，及接著藉由切割機製造離散的電路基板。切割機不僅費時而且不可避免噴水，且其對陶瓷微粒的暴露要求額外的清潔及乾燥步驟。通常，使用自動控制熱刀進行切割，其產生具有在總的次總成層壓物厚度之10%至35%範圍內且較佳在總的次總成層壓物厚度之15%至25%之範圍內的深度之切割凹陷。

本發明提供優於當前方法之優點。在本發明中，離型帶沿著切割凹陷矩陣與不規則構形等形，且導致可接受之x, y收縮率控制及平坦的經燒製全總成。在移除離型帶之後，可藉由沿著切割凹陷之手動或自動間隔來製造離散的LTCC電路基板之陣列。與藉由典型PLAS方法製成之電路

基板相對，此等離散的LTCC電路基板為平坦且無裂痕的。此外，生產良率優於典型PLAS方法之生產良率，在典型PLAS方法中，良率損失可歸因於沿著切割凹陷或位於不規則定向處之裂痕而發生。

以下描述本發明之各個實施例。熟習此項技術者應瞭解，可能存在本發明之多個實施例。以下描述僅意欲涵蓋某些實施例且並非意欲具限制性。LTCC組合可藉由以下方法製成：

- (a) 提供個別LTCC帶層，其具有導體電路圖案、通孔及包括且不限於電阻器、電容器及電感器材料之其他功能特徵；
- (b) 在均衡層壓機中校對並層壓該等LTCC帶層與頂部離型帶層及底部離型帶層；
- (c) 在一實施例中，使用至少1/16"厚的不銹鋼或其他適當金屬材料之底部壓板，其較佳厚度範圍為1/8"至1/4"；
- (d) 至少兩次將LTCC帶層、底部離型帶層及頂部離型帶層(亦即，全總成)密封於諸如聚丙稀袋之塑膠袋中；
- (e) 為在均衡層壓機中進行層壓，將組合浸入水浴中。水浴溫度基於LTCC及離型帶材料中使用之有機黏合劑類型予以確定且可視實施例而變化。對於聚丙稀酸酯類型之黏合劑，使用至多80℃且較佳為75℃作為均衡層壓機中之熱水浴的溫度。對於其他類型

之聚合物黏合劑，亦可視其各別玻璃轉移溫度而定使用具有低於70℃或高於80℃之溫度的熱水浴。

- (f) 在均衡層壓機之熱水浴中使用至多30分鐘且較佳為10至15分鐘的浸泡時間以完成層壓過程；
- (g) 在帶式或箱式鍋爐中燒製上述層壓物以在徹底有機燒盡之後完成壓緊過程；
- (h) 自LTCC組合之頂面與底面移除離型帶層；及
- (i) 若需要，沿預切割凹陷將經燒製LTCC組合分成獨立的模組或組件。

本發明之又一實施例關於一種製造無變形、無裂痕且無拱形之低溫共燒陶瓷結構的方法，該方法包含：

- (a) 提供具有功能特徵之兩個或兩個以上之LTCC帶層，其中該等LTCC帶層形成一具有一頂面及一底面之次總成；
- (b) 提供一頂部離型帶層及一底部離型帶層；
- (c) 將該頂部離型帶層施加於該次總成之該頂面且將該底部離型帶層施加於該次總成之該底面；
- (d) 校對該等LTCC帶層、該頂部離型帶層及該底部離型帶層以形成一具有一頂面及一底面之全總成；
- (e) 提供一底部壓板；
- (f) 將該全總成封閉於兩個或兩個以上之袋中；
- (g) 均衡地層壓該組合以形成一經層壓之組合；
- (h) 移除該等袋；
- (i) 燒製該經層壓之組合；及

- (j) 移除該頂部離型帶層及該底部離型帶層；其中該低溫共燒結構展現出對x, y收縮率的小於1%之相互抑制。

在此實施例之一態樣中，LTCC帶層在校對該等LTCC帶層之後但在施加該頂部離型帶層及該底部離型帶層之前被切割有功能特徵。

存在本發明之若干可能的實施例，該等實施例係針對頂部離型帶層及底部離型帶層與表面電路特徵、切割道及其他類似屬性之構形的等形之保存。此等實施例包括(但不限於)：(1)頂部墊板，其具有與頂部LTCC表面特徵之構形的圖案相對之雕刻圖案；(2)可壓縮的橡膠或塑膠層，其具有與頂部LTCC表面特徵之構形的圖案相對之模製圖案；及(3)可壓縮的橡膠或塑膠層，其具有與底部LTCC表面特徵之構形的圖案相對之模製圖案。在上述實施例當中，可以合理的成本製造選項2及3，且其將提供可壓縮材料並因此更有效地提供頂部離型帶層或底部離型帶層與外部頂部或底部經電路化及/或切割之LTCC帶層之不規則表面構形的等形。應注意，切割道可僅出現於LTCC組合之一(且通常為頂部)表面上。

在本發明之又一實施例中，膜或薄片材料(諸如可壓縮材料)可在裝袋步驟之前用作LTCC全總成之頂部或底部插入物。此等材料包括且不限於熱塑性聚合物、熱固性聚合物、發泡聚合物、未硫化及硫化橡膠材料。可藉由抗壓強度之物理性質來評估該等材料之使用中適合度。將材料之

抗壓強度定義為其承受壓縮而不會有永久物理變形或結構變形之能力。在本發明中，均衡壓力之適當範圍在2000 psi(磅/平方吋)與4000 psi之間且較佳在2500 psi與3500 psi之間。因此，適用之聚合材料(其各別抗壓強度(以psi為單位)提供於括號中)包括且不限於以下所提供之材料：聚丙烯(8,500-10,000)、丙烯酸系樹脂(14,000-17,000)、高衝擊丙烯酸系樹脂(7,000-12,000)、聚苯乙烯(11,500-16,000)、高衝擊聚苯乙烯(8,000-16,000)、聚(苯乙烯-共-丙烯腈)(15,000-17,500)、聚苯乙烯ABS樹脂(6,000-11,000)、聚氯乙烯(10,000-11,000)、聚(三氟氯乙烯)(6,000-12,000)、尼龍(nylon)66(5,000-13,000)、尼龍6(4,000-11,000)、乙縮醛樹脂(18,000)、聚碳酸酯樹脂(12,500)、聚胺酯樹脂(20,000)、醋酸纖維素(2,200-10,900)、乙酸丁酸纖維素(2,100-9,400)及丙酸纖維素(3,000-9,600)。

可作為可用於本發明之可壓縮材料之量測的另一物理性質為該等材料之硬度計尺度(scale)。硬度計為用以量測材料之硬度的若干方式之一，將硬度定義為材料對永久壓痕的抗性。術語"硬度計"可指量測結果與用以產生量測結果之器具。硬度計通常用作聚合物、彈性體及橡膠中之硬度的量測。使用略有不同之量測系統的兩個最常見之尺度為A尺度及D尺度。如包括總共12個尺度之ASTM D2240-00測試標準所定義，A尺度用於較軟塑膠，而D尺度用於較硬塑膠。每一尺度產生在0至100之間的值，較高值指示較硬材料。對於本發明，藉由使用A尺度，適用範圍為10至

70，較佳範圍為25至55。舉例而言，橡皮圈之A尺度值為25且門封之A尺度值為55，且汽車輪胎面之A尺度值為70。

本發明之又一實施例為在均衡層壓過程之前製備經校對之LTCC電路化帶層及離型帶層。圖1展示位於頂部離型帶層(102)與底部離型帶層(102)之間的LTCC帶層(103)之一群組。當在原先尺寸大得多的LTCC平臺上形成較小尺寸模組或組件之陣列時，常常需要切割整個大尺寸LTCC平臺以促進在鍋爐燒製步驟之後對個別電路基板之單一化。為了提供切割道，需要添加的預層壓步驟，在該步驟中所有不具有離型帶之預電路化LTCC帶層在較低壓力、較低溫度或較短時間或上述兩者或全部之組合下經受預層壓。

該或該等LTCC帶組合物之間的差異及用來為各個組件提供電路特徵(諸如電容器、電感器及電阻器)之多種厚膜漿料之間的差異導致了燒結差異。當在內部將上述厚膜漿料塗覆於多層LTCC模組或組件中時，可藉由調整諸如厚度、x, y尺寸之幾何因數及/或最佳化厚膜組合物來解決燒結失配。與上述情況對比，在將上述厚膜漿料用於多層LTCC模組或組件之外部表面上之狀況下，因為不再將厚膜特徵嵌入LTCC帶中，所以需要保證厚膜特徵與離型帶緊密接觸以提供有效且幾乎完全之束縛。本發明提供用以使上述情況發生之方法。

除已描述之實施例外，可能存在各種其他組態及方法。

舉例而言，一種製造具有外部表面特徵之LTCC結構的

方法包含：

- (a) 提供兩個或兩個以上LTCC帶層，該等LTCC帶層形成一具有一頂面及一底面之次總成，其中至少一外部表面具有功能特徵；
- (b) 提供一頂部離型帶層及一底部離型帶層；
- (c) 將該頂部離型帶層施加於該次總成之該頂面，且將該底部離型帶層施加於該次總成之該底面；形成一全總成；
- (d) 提供一底部壓板，且將該全總成施加於該底部壓板，其中該底部離型帶層與該底部壓板接觸；
- (e) 層壓施加於該底部壓板之該全總成；
- (f) 燒製該經層壓之組合；及
- (g) 移除該頂部離型帶層及該底部離型帶層。

所述方法可在步驟(d)之後進一步包含將全總成封閉於兩個或兩個以上之袋中，且在步驟(e)之後進一步包含移除該等袋。

此方法之進一步修改包括：

所述方法，其中LTCC結構展現出對x, y收縮率的小於1%之相互抑制。

所述方法，其中層壓類型為均衡類型。

所述方法，在步驟(a)之後進一步包含在經層壓之次總成上切割道凹陷。

所述方法，其中LTCC結構展現出對x, y收縮率的小於0.2%之相互抑制。

所述方法，進一步包含在將全總成封閉於一袋中之前在該全總成之頂面上置放一可壓縮薄片。

所述方法，進一步包含在將全總成封閉於一袋中之前在置放於壓板上的全總成之底面上置放一可壓縮薄片。

所述方法，其中功能特徵為一或多個電容器、一或多個電阻器、一或多個導體及/或一或多個電感器。

所述方法，其中功能特徵在LTCC結構之頂部表面及底部表面上。

所述方法，其中功能特徵在LTCC結構之頂部表面上。

一種藉由所述方法製成之無變形、無裂痕且無拱形的LTCC結構。

另一實例為一種形成具有外部切割道之LTCC結構的方法，該方法包含：

- (o) 提供兩個或兩個以上之LTCC帶層，該等LTCC帶層形成一具有一頂面及一底面之次總成，其中導軌存在於表面上，該等導軌指示將在何處切割道；
- (p) 使用步驟(o)之該等導軌在該經層壓之次總成上切割道凹陷；
- (q) 提供一頂部離型帶層及一底部離型帶層；
- (r) 將該頂部離型帶層施加於該次總成之該頂面，且將該底部離型帶層施加於該次總成之該底面；形成一全總成；
- (s) 提供一底部壓板，且將該全總成施加於該底部壓板，其中該底部離型帶層與該底部壓板接觸；

- (t) 層壓施加於該底部壓板之該全總成；
- (u) 燒製該經層壓之組合；及
- (v) 移除該頂部離型帶層及該底部離型帶層。

可能存在此方法之各種修改，其包括：

所述方法，其中導軌為基準特徵。

在所述方法中，導軌可為通孔。

所述方法，其中步驟(o)之次總成的至少一外部表面具有功能特徵。

所述方法，其中切割道凹陷在次總成之頂面之表面上。

所述方法在步驟(s)之後進一步包含將全總成封閉於兩個或兩個以上之袋中，且在步驟(t)之後進一步包含移除該等袋。

所述方法，其中LTCC結構展現出對x, y收縮率的小於1%之相互抑制。

所述方法，其中LTCC結構為大面板。

所述方法，其中該大面板為6"×6"或更大。

所述方法，其中該大面板包含較小尺寸電路之一陣列。

所述方法，其中藉由切割道凹陷而分離較小尺寸電路之該陣列。

所述方法，進一步包含在將全總成封閉於一袋中之前在該全總成之頂面上置放一可壓縮薄片。

LTCC帶之組份

典型LTCC帶包含玻璃、陶瓷無機固體及有機介質，玻璃及陶瓷無機固體分散於有機介質中。有機介質包含溶解

於一或多種揮發性有機溶劑中之聚合黏合劑及(視需要)諸如增塑劑、脫模劑、分散劑、剝離劑、消泡劑、穩定劑及濕潤劑之其他溶解材料。

適合於LTCC帶之玻璃組合物包括且不限於以下詳述之下列組合物。所使用之玻璃包括(但不限於)表1中所列之玻璃。此外，玻璃組合物可選自下列氧化物組份，其成份範圍為：SiO₂ 52-54重量%、Al₂O₃ 12.5-14.5重量%、B₂O₃ 8-9重量%、CaO 16-18重量%、MgO 0.5-5重量%、Na₂O 1.7-2.5重量%、Li₂O 0.2-0.3重量%、SrO 0-4重量%，K₂O 1-2重量%。更佳之玻璃組合物為：SiO₂ 53.50重量%、Al₂O₃ 13.00重量%、B₂O₃ 8.50重量%、CaO 17.0重量%、MgO 1.00重量%、Na₂O 2.25重量%、Li₂O 0.25重量%、SrO 3.00重量%，K₂O 1.50重量%。

表 1

玻璃 #	(wt. %)																		
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	PbO	ZrO ₂	B ₂ O ₃	CaO	ZnO	BaO	MgO	La ₂ O ₃	Na ₂ O	Li ₂ O	SrO	P ₂ O ₅	TiO ₂	K ₂ O	Cs ₂ O	Nd ₂ O ₃	
1					6.08			23.12						4.50	34.25			32.05	
2	13.77			4.70	26.10			14.05	35.09			1.95		4.34					
3	52.00	14.00			9.00	17.50	3.00		4.50										
4					11.91			21.24				0.97		4.16	26.95		4.59	30.16	
5	56.50	9.10	17.20		4.50	8.00			0.60		2.40					1.70			
6					11.84			21.12				1.31		4.14	25.44		6.16	29.99	
7	52.00	14.00			8.50	17.50			4.75		2.00	0.25				1.00			
8					6.27			22.79				0.93		4.64	33.76			31.60	
9					9.55			21.73				0.92		4.23	32.20		1.24	30.13	
10					10.19			21.19				0.97		4.15	28.83		4.58	30.08	
11	13.67			5.03	25.92			13.95	34.85			1.94		4.64					
12	12.83			4.65	21.72			13.09	34.09			1.96		11.65					
13	13.80			4.99	25.86			13.45	33.60			2.09		4.35			1.87		
14	52.00	14.00			9.00	17.50			5.00		1.75	0.25				0.50			
15	53.50	13.00			8.50	17.00			1.00		2.25	0.25	3.00			1.50			
16	13.76			4.70	22.60			14.05	35.10			1.95		7.84					

表 1 續

玻璃 #	(wt. %)																	
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	PbO	ZrO ₂	B ₂ O ₃	CaO	ZnO	BaO	MgO	La ₂ O ₃	Na ₂ O	Li ₂ O	SrO	P ₂ O ₅	TiO ₂	K ₂ O	Cs ₂ O	Nd ₂ O ₃
17	54.00	12.86			8.41	16.82			0.99		2.23	0.25	2.97			1.48		
18	54.50	12.72			8.32	16.63			0.98		2.20	0.24	2.94			1.47		
19					12.35			22.02				1.36		4.32	26.53	2.15		31.27
20					12.22			21.79				0.85		4.27	26.24	3.70		30.93
21	8.74			2.44	11.77			7.30	2.48	27.55		1.15		4.00			6.10	28.45
22	9.36			2.62	12.19			7.82	5.09	19.67		1.34		4.28			7.15	30.47
23	7.63				12.63			22.26	5.36	15.76		1.26		2.58		1.99		30.52
24					12.26		9.55	21.59	4.14	15.29		1.31		4.16		2.07		29.62
25	5.66				12.71			21.68	4.04	19.19		1.41		4.18		1.39		29.73

可將諸如 Al₂O₃、ZrO₂、TiO₂、ZrSiO₄、BaTiO₃ 或其混合物之陶瓷填料添加至用以形成帶的可鑄組合物，其量為以固體計 0-50 重量%。視填料之類型而定，預期在燒製後會形成不同結晶相。此填料可控制頻率範圍內之介電常數及損耗。舉例而言，添加 BaTiO₃ 可顯著增加介電常數。

因為 Al₂O₃ 與玻璃反應而形成含 Al 之結晶相，所以 Al₂O₃ 為較佳之陶瓷填料。Al₂O₃ 非常有效地用於提供高機械強度及對抗有害的化學反應之惰性。陶瓷填料之另一功能為在燒製期間對整個系統之流變控制。陶瓷顆粒藉由充當實體障壁來限制玻璃之流動。其亦抑制玻璃之燒結且因此促進更好地燒盡有機物。其它填料(α 石英、CaZrO₃、富鋁紅柱石、堇青石、鎂橄欖石、鋯石、氧化鋯、BaTiO₃、CaTiO₃、MgTiO₃、SiO₂、非晶矽或其混合物)可用以修改帶效能及特性。較佳為該填料至少具有雙峰式粒徑分布，其中較大尺寸填料之 D50 在 1.5 微米至 3 微米之範圍內，且較小尺寸填料之 D50 在 0.3 微米至 0.8 微米之範圍內。

在調配 LTCC 帶組合物時，相對於陶瓷材料量的玻璃量很重要。認為 20-40 重量%之填料範圍為合意的，因為達成

了充分壓緊。若填料濃度超過50重量%，則經燒製之結構未經充分壓緊且孔過多。在所要之玻璃/填料比率內，顯而易見在燒製期間液體玻璃相將變成填料材料在其中飽和。

為了在燒製後獲得較高壓緊度組合物，無機固體具有小粒度很重要。特定言之，大體上所有粒子不應超過15 μm 且較佳不超過10 μm 。受此等最大尺寸限制，較佳至少50%之粒子(玻璃與陶瓷填料)應大於1 μm 且小於6 μm 。

有機介質(玻璃及陶瓷無機固體分散於其中)包含一溶解於一揮發性有機溶劑中之聚合黏合劑，且視需要包含諸如增塑劑、脫模劑、分散劑、剝離劑、消泡劑、穩定劑及濕潤劑之其它溶解材料。

為獲得更好之黏合效率，較佳對於以總的組合物計為90重量%之包括玻璃及陶瓷填料的固體使用至少5重量%之聚合物黏合劑。然而，更佳為使用不超過30重量%之聚合物黏合劑及諸如增塑劑之其他低揮發性改質劑及最少為70%之無機固體。在此等界限內，需要使用最少可能量之黏合劑及其他低揮發性有機改質劑，以便降低必須藉由熱解來移除之有機物之量且在燒製後獲得促進完全壓緊之更好顆粒裝填。

過去，已使用各種聚合材料作為生坯帶之黏合劑，例如：聚(乙烯醇縮丁醛)、聚(乙酸乙烯酯)、聚(乙烯醇)、纖維素聚合物(諸如甲基纖維素、乙基纖維素、羥乙基纖維素、甲基羥乙基纖維素)、無規則聚丙烯、聚乙烯、矽聚

合物(諸如聚(甲基矽氧烷)、聚(甲基苯基矽氧烷))、聚苯乙烯、丁二烯/苯乙烯共聚物、聚苯乙烯、聚(乙烯吡咯酮)、聚醯胺、高分子量聚醚、環氧乙烷與環氧丙烷之共聚物、聚丙烯醯胺及多種丙烯酸聚合物(諸如聚丙烯酸鈉、聚(丙烯酸低碳烷基酯)、聚(甲基丙烯酸低碳烷基酯)及丙烯酸低碳烷基酯與甲基丙烯酸低碳烷基酯之多種共聚物及多聚物)。以前曾將甲基丙烯酸乙酯與丙烯酸甲酯之共聚物及丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸甲酯與甲基丙烯酸之三聚物用作鑄漿成型材料之黏合劑。

1985年8月20日頒予Usala之美國專利第4,536,535號已揭示一種有機黏合劑，其為0-100重量%之甲基丙烯酸 C_{1-8} 烷酯、100-0重量%之丙烯酸 C_{1-8} 烷酯及0-5重量%之烯系不飽和羧酸胺之可相容多聚物的混合物。因為上述聚合物可以最小量與最大量之介電固體一起使用，所以較佳選擇該等聚合物以產生本發明之介電組合物。出於此原因，上文提及之Usala申請案之揭示內容以引用方式併入本文中。

通常，聚合黏合劑亦將含有用以降低黏合劑聚合物之玻璃轉移溫度(T_g)的少量(相對黏合劑聚合物)增塑劑。當然，增塑劑之選擇主要由需要改質之聚合物決定。已用於各種黏合劑系統中之增塑劑當中有：鄰苯二甲酸二乙酯、鄰苯二甲酸二丁酯、鄰苯二甲酸二辛酯、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯、磷酸烷酯、聚伸烷二醇、甘油、聚(氧化乙烯)、羥乙基化烷基酚、二硫代磷酸二烷酯(dialkyldithiophosphonate)及聚(異丁烯)。其中，因為鄰苯

二甲酸丁基苯甲酯可有效地以相對較小之濃度使用，所以其最常用於丙烯酸聚合物系統中。然而應注意，包括且不限於一或多種玻璃、一或多種填料及一或多種顏料之無機材料將與一或多種聚合黏合劑具有某種程度之相互作用，此一般會升高其玻璃轉移溫度以抗衡帶組合物中之一或多種增塑劑之作用。

選擇澆鑄溶液之溶劑組份以便獲得聚合物之完全溶解，且獲得足夠高之揮發性以使溶劑能夠在大氣壓力下藉由施加相對較低水準之熱而自分散液蒸發。此外，溶劑必須在有機介質中所含有之任何其他添加劑之沸點或分解溫度以下完全沸騰。因此，最常使用具有低於150°C之大氣壓沸點之溶劑。此等溶劑包括：丙酮、二甲苯、甲醇、乙醇、異丙醇、甲基乙基酮、乙酸乙酯、1,1,1-三氯乙烷、四氯乙烯、乙酸戊酯、2,2,4-三乙基戊二醇-1,3-單異丁酸酯(2,2,4-triethyl pentanediol-1,3-monoisobutyrate)、甲苯、二氯甲烷及碳氟化合物。上文提及之個別溶劑可能不完全溶解黏合劑聚合物。然而，當與其他一或多種溶劑摻合時，該等溶劑令人滿意。此為熟習此項技術者所熟知。特別較佳之溶劑為乙酸乙酯，因為其避免使用對環境有害之氯碳化合物。

除溶劑及聚合物之外，亦使用增塑劑以防止帶破裂且提供較寬範圍之已塗佈帶處理能力，諸如沖切(blanking)、印刷及層壓。較佳之增塑劑為由Rohm and Haas Co.製造之BENZOFLEX®400，其係聚丙二醇二苯甲酸酯。

應用

藉由將如上所述之玻璃、陶瓷填料、聚合黏合劑及一或多種溶劑之漿料分散液之一薄層澆鑄於可撓性基板上，加熱該澆鑄層以移除揮發性溶劑，形成用於本發明之LTCC生坯帶。較佳地，該帶之厚度不超過20密耳且較佳為1密耳至10密耳。隨後，將該帶沖切成薄片或以卷筒形式收起。通常將生坯帶用作多層電子電路之介電材料或絕緣材料。將在每一角具有定位孔之生坯帶薄片沖切成略大於電路實際尺寸之尺寸。為了連接多層電路之各層，在生坯帶中形成通孔。通常藉由機械沖孔來形成通孔。然而，可使用銳聚焦雷射以使生坯帶揮發且在生坯帶中形成通孔。典型通孔尺寸之在0.004"至0.25"之範圍內。藉由用厚膜導電墨水填充通孔來形成該等層之間的互連。通常藉由標準絲網印刷技術施加此墨水。藉由絲網印刷導體軌道完成電路之每一層。同樣，可在一或多個選定層上印刷電阻器墨水或高介電常數墨水以形成電阻性或電容性電路元件。此外，可併入與多層電容器工業中所使用之生坯帶類似的經特別調配之高介電常數生坯帶，作為多層電路之部分。

在完成電路之每一層之後，校對且層壓個別層。均衡加壓模用以保證諸層之間的精確對準。用熱台切割機來修整層壓物。先前已對用於均衡層壓之LTCC與離型帶置放之詳細描述提供圖式說明。在本文中論述了關鍵層壓參數的影響及範圍，該等參數包括且不限於液浴之壓力、時間及溫度。2,500 psi與3,500 psi之間的足夠壓力範圍一般係可

接受的，用以提供LTCC帶及由厚膜導體、電容器、電感器及電阻器製成之多種電路特徵之間的充分接觸而不會使生坯狀態之多層體過度變形。為了提供切割道以促進對原先較大尺寸LTCC平臺上之較小尺寸模組或組件的單一化，需要預層壓步驟，其中一般可施加在500 psi至1,500 psi範圍內之大大降低之壓力。使用至多30分鐘的浸泡時間且一般為10分鐘的時段來層壓典型LTCC基板。對於本發明而言，可應用相同的時間範圍且較佳使用15至20分鐘以保證頂部離型帶層及底部離型帶層與LTCC次總成之頂部及底部上之外部表面電路特徵的充分等形或幾乎完全等形。為了本發明之目的，對溫度之論述集中於裝備有水浴之均衡層壓機。為了最小化可能被密封之系統中之不良的水蒸發損耗及待層壓之LTCC材料之過度軟化，可應用至多80°C且一般為約70°C之水浴溫度。對於本發明而言，可應用相同的溫度範圍且較佳使用75°C至80°C以保證頂部離型帶層及底部離型帶層與LTCC次總成之頂部及底部上之外部表面電路特徵的充分等形或幾乎完全等形。應注意，當外加溫度由於受LTCC帶及離型帶組合物中之一或多種增塑劑及無機材料的影響而更接近於有效玻璃轉移溫度時，LTCC帶及離型帶中之一或多種聚合物黏合劑變得更軟且更加可壓縮或可變形。

一般在標準厚膜傳送帶鍋爐或箱式爐中以程式化之加熱循環進行燒製。此方法亦將允許頂部導體及/或底部導體作為束縛燒結結構之部分被共燒，而無需使用習知離型帶

作為頂部層及底部層且無需在燒製之後移除並清洗離型帶。

如本文中所用，術語"燒製"意謂在氧化氣氛(諸如空氣)下將集合體加熱至一溫度，且歷時足以使集合體之諸層中的所有有機材料揮發(燒盡)以燒結諸層中之任一玻璃、金屬或介電材料並因此壓緊整個層壓物的時間。

熟習此項技術者應認識到，在每一層壓步驟中，必須精確定位諸層，以使得通孔適當地連接至相鄰功能層之適當導電路徑。

術語"功能層"係指已印刷之生坯帶，其具有導電功能性、電阻功能性或電容功能性。因此，如上所述，典型生坯帶層可具有印刷於其上之一或多個電阻器電路及/或電容器電路以及導電電路。

根據圖1至圖5中說明之配置，將具有角定位孔之各種厚度的生坯帶薄片沖切成具有在3"×3"至8"×8"範圍內之x尺寸及y尺寸的薄片。使用熟習此項技術者所熟知的標準處理技術，接著對此等薄片進行沖孔以形成通孔且接著用適當之表面及通孔填料導體使此等薄片金屬化。

接著藉由在氧化氣氛(諸如空氣)中加熱至一溫度，且歷時足以使集合體之諸層中的所有有機材料揮發(燒盡)以燒結諸層中之任一玻璃、金屬或介電材料的時間，燒製該等部分。以此方式，壓緊整個層壓物。

接著使用水洗、機械拋光或噴砂處理之典型程序自每一部分移除離型帶。

接著關於任何收縮率、裂痕或其他缺陷及基板拱形來評估該等部分。

構形量測

可使用機械(亦即探針接觸)類型或光學類型之器具藉由表面構形掃描來評估構形等形之程度。型號為 Tencor Alpha-Step 500之典型機械類型表面輪廓儀裝備有各種直徑之鑽石尖端探針且提供一定範圍之探針壓力、掃描速度及掃描模式。10毫米之最大掃描長度與300微米之垂直構形高度均足以特性化如本發明中所述之構形控制。諸如 Veeco的 Wyko NT3300之典型光學輪廓儀使用電腦化干涉顯微鏡來特性化表面輪廓。一般而言，至多5倍之低放大率物鏡對於垂直與橫向方向上之混合電路的表面結構便已足夠。對於本發明而言，諸如導體圖案之表面特徵在其被與離型帶層層壓在一起之前與之後的輪廓之間的比較可用以說明層壓過程最佳化之效應，該效應顯著影響隨後經燒製之LTCC結構的完整性。

【圖式簡單說明】

圖1為由底部壓板及頂部墊板校對、對準並封閉之通用介電帶配置的先前技術說明。

圖2A為先前技術之習知無壓力束縛燒結(PLAS)之說明，其中LTCC組合之頂部封閉於聚丙烯袋中且在均衡層壓機之熱水浴中的外加壓力下變形。

圖2B為根據圖2A製成且在移除離型帶層之前進行鍋爐燒製之後的LTCC之頂部的說明。

圖 3A 為本發明中之用於均衡層壓的 LTCC 組合之頂部之配置的說明，其中頂部離型帶層與聚丙烯袋直接接觸且在均衡層壓機之熱水浴中的外加壓力下變形。

圖 3B 為圖 3A 之替代配置的說明，其中可壓縮之橡膠或塑膠層置放於頂部離型帶層與聚丙烯袋之間。

圖 3C 為根據圖 3A 或圖 3B 製成且在移除離型帶層之前進行鍋爐燒製之後的 LTCC 之頂部的說明。

圖 4A 為本發明中之用於均衡層壓的 LTCC 組合之底部的說明，其中可壓縮之橡膠或塑膠層置放於離型帶層與底部壓板之間，且整個組合封閉於聚丙烯袋中並且在均衡層壓機之熱水浴中受壓。

圖 4B 為根據圖 4A 製成且在移除離型帶層之前進行鍋爐燒製之後的 LTCC 之底部的說明。

圖 5A 為本發明中之用於均衡層壓之具有外部表面電路特徵與切割道的 LTCC 組合之頂部之配置的說明，其中頂部離型帶層與聚丙烯袋直接接觸且在均衡層壓機之熱水浴中的外加壓力下變形。

圖 5B 為根據圖 5A 製成且在移除離型帶層之前進行鍋爐燒製之後的 LTCC 之頂部的說明。

【主要元件符號說明】

101	墊板
102	頂部離型帶層
102a	頂部離型帶層
103	頂部 LTCC 帶層

103a	頂部 LTCC 層
104	底部壓板
105	定位銷
106	電路特徵
106a	電路特徵
107	氣穴
107a	氣穴
108	聚丙烯袋
109	壓力方向
110	裂痕
111	最底部 LTCC 帶層
111a	頂部 LTCC 層
112	電路特徵
112a	電路特徵
113	底部離型帶層
113a	頂部離型帶層
114	可壓縮的橡膠或塑膠層
115	壓板
116	切割道
116a	切割道區域

五、中文發明摘要：

本發明係關於一種由具有一或多種不同介電帶化學品之多層結構的前驅體生坯(未經燒製)層壓物製造無裂痕、非拱形、無變形、零收縮之低溫共燒陶瓷(LTCC)體、複合物、模組或封裝的方法，該或該等不同介電帶化學品係藉由用於每一帶層之可共燒厚膜電路材料(諸如導體、通孔填料、電容器、電感器或電阻器)而經圖案化，該每一帶層包括與犧牲離型帶直接接觸之頂部表面帶層與底部表面帶層。

六、英文發明摘要：

This invention relates to a process which produces crack-free, non-camber, distortion-free, zero-shrink, LTCC bodies, composites, modules or packages from precursor green (unfired) laminates of multilayer structure with one or more different dielectric tape chemistries that are patterned with co-fireable thick film circuitry materials such as conductor, via fill, capacitor, inductor, or resistor for each tape layer including both top and bottom surface tape layers in direct contact with the sacrificial release tape.

十、申請專利範圍：

1. 一種製造一具有外部表面特徵之LTCC結構的方法，包含：
 - (a) 提供兩個或兩個以上之LTCC帶層，該等LTCC帶層形成一具有一頂面及一底面之次總成(sub-assembly)，其中至少一外部表面具有功能特徵；
 - (b) 提供一頂部離型帶層及一底部離型帶層；
 - (c) 將該頂部離型帶層施加於該次總成之頂面，且將該底部離型帶層施加於該次總成之底面；形成一全總成(full assembly)；
 - (d) 提供一底部壓板，且將該全總成施加於該底部壓板，其中該底部離型帶層係與該底部壓板接觸；
 - (e) 層壓該施加於該底部壓板之全總成；
 - (f) 燒製該經層壓之總成；及
 - (g) 移除該頂部離型帶層及該底部離型帶層。
2. 如請求項1之方法，其在步驟(d)之後進一步包含將該全總成封閉於兩個或兩個以上之袋中，且在步驟(e)之後進一步包含移除該等袋。
3. 如請求項1之方法，其中該LTCC結構展現出對x, y收縮率之小於1%的相互抑制。
4. 如請求項1之方法，其中該層壓類型為均衡類型(isostatic)。
5. 如請求項1之方法，其在步驟(a)之後進一步包含在該經層壓之次總成上切割出道凹陷(line depressions)。

6. 如請求項3之方法，其中該LTCC結構展現出對x, y收縮率之小於0.2%的相互抑制。
7. 如請求項2之方法，其進一步包含在將該全總成封閉於一袋中之前，在該全總成之頂面上置放一可壓縮薄片。
8. 如請求項7之方法，其進一步包含在將該全總成封閉於一袋中之前，在置放於該壓板上的該全總成之底面上置放一可壓縮薄片。
9. 如請求項1之方法，其中該等功能特徵為一或多個電容器、一或多個電阻器、一或多個導體及/或一或多個電感器。
10. 如請求項1之方法，其中該等功能特徵係在該LTCC結構之頂部表面及底部表面上。
11. 如請求項1之方法，其中該等功能特徵係在該LTCC結構之頂部表面上。
12. 一種藉由如請求項1之方法製造之無變形、無裂痕且無拱形的LTCC結構。
13. 一種形成具有外部切割道之LTCC結構的方法，包含：
 - (o) 提供兩個或兩個以上之LTCC帶層，該等LTCC帶層形成一具有一頂面及一底面之次總成，其中於表面上存在導軌，以指示將在何處切割道；
 - (p) 使用步驟(o)之該等導軌在該經層壓之次總成上切割出道凹陷；
 - (q) 提供一頂部離型帶層及一底部離型帶層；
 - (r) 將該頂部離型帶層施加於該次總成之頂面，且將該

底部離型帶層施加於該次總成之底面；形成一全總成；

(s) 提供一底部壓板，且將該全總成施加於該底部壓板，其中該底部離型帶層與該底部壓板接觸；

(t) 層壓該施加於該底部壓板之全總成；

(u) 燒製該經層壓之總成；及

(v) 移除該頂部離型帶層及該底部離型帶層。

14. 如請求項13之方法，其中該等導軌為基準特徵。

15. 如請求項13之方法，其中該等導軌為通孔。

16. 如請求項13之方法，其中步驟(o)之該次總成的至少一外部表面具有功能特徵。

17. 如請求項13之方法，其中該等切割道凹陷係在該次總成之頂面之表面上。

18. 如請求項13之方法，在步驟(s)之後進一步包含將該全總成封閉於兩個或兩個以上之袋中，且在步驟(t)之後進一步包含移除該等袋。

19. 如請求項13之方法，其中該LTCC結構展現出對x, y收縮率之小於1%的相互抑制。

20. 如請求項13之方法，其中該LTCC結構為一種大面板。

21. 如請求項20之方法，其中該大面板為6"×6"或更大。

22. 如請求項20之方法，其中該大面板包含一較小尺寸電路之陣列。

23. 如請求項22之方法，其中係藉由切割道凹陷而分離該較小尺寸電路之陣列。

24. 如請求項13之方法，進一步包含在將該全總成封閉於一袋中之前在該全總成之頂面上置放一可壓縮薄片。

十一、圖式：

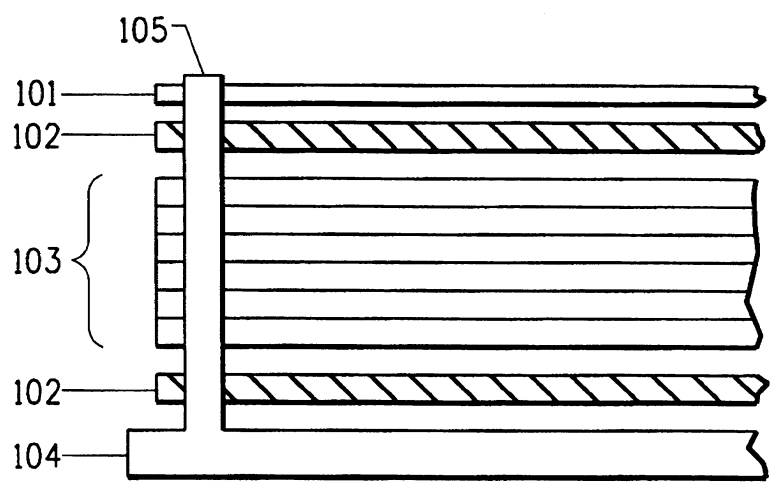


圖1

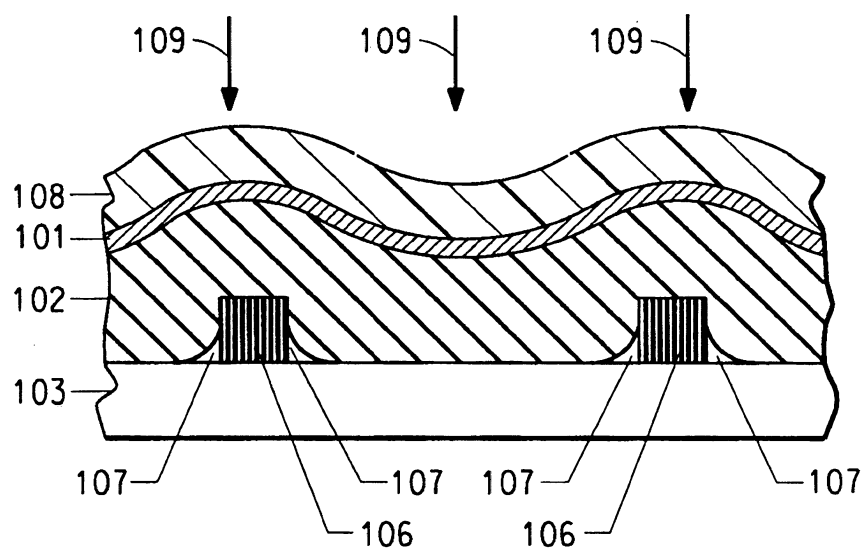


圖2A

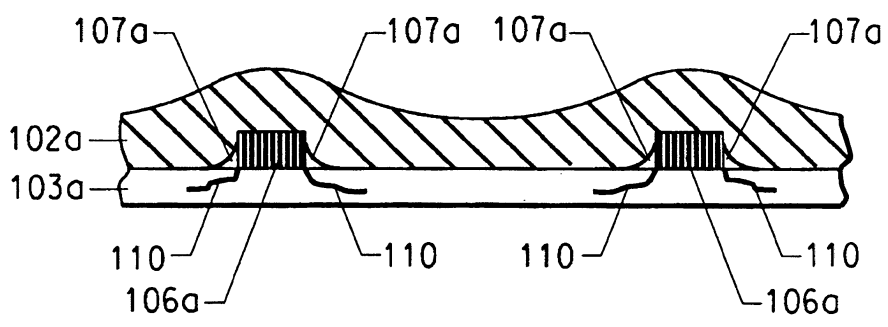


圖2B

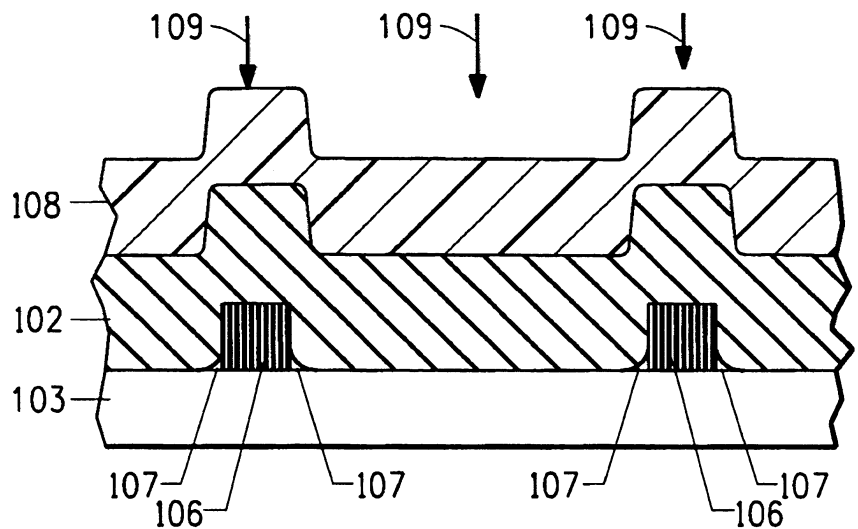


圖3A

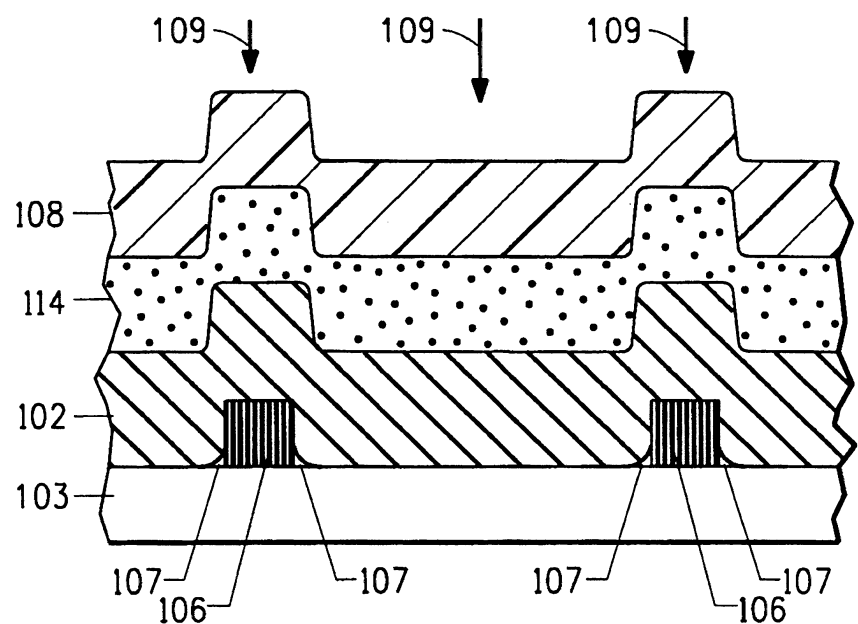


圖3B

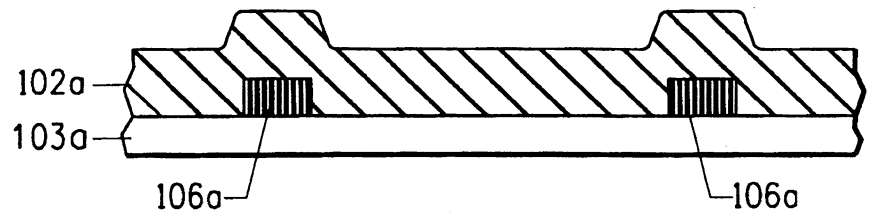


圖3C

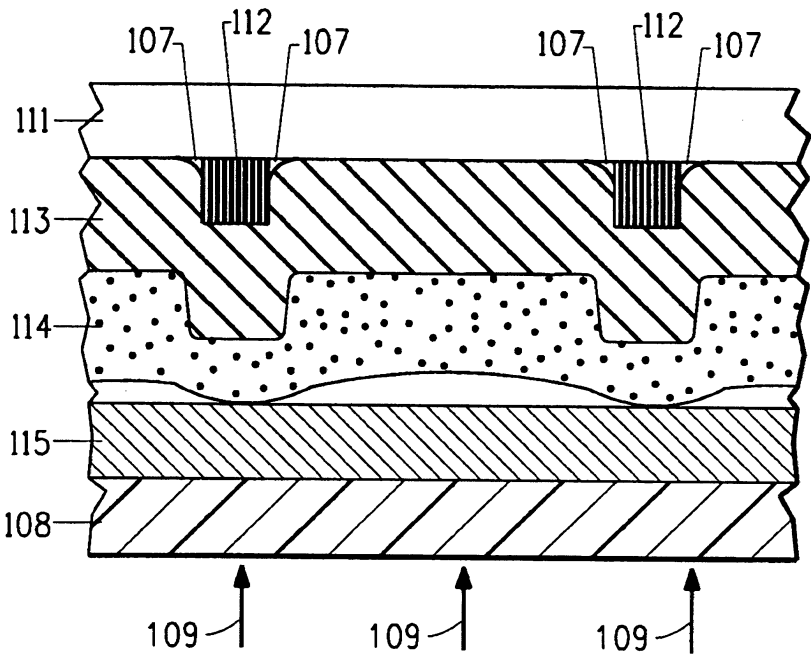


圖4A

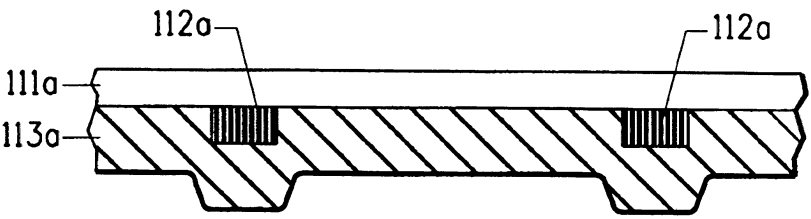


圖4B

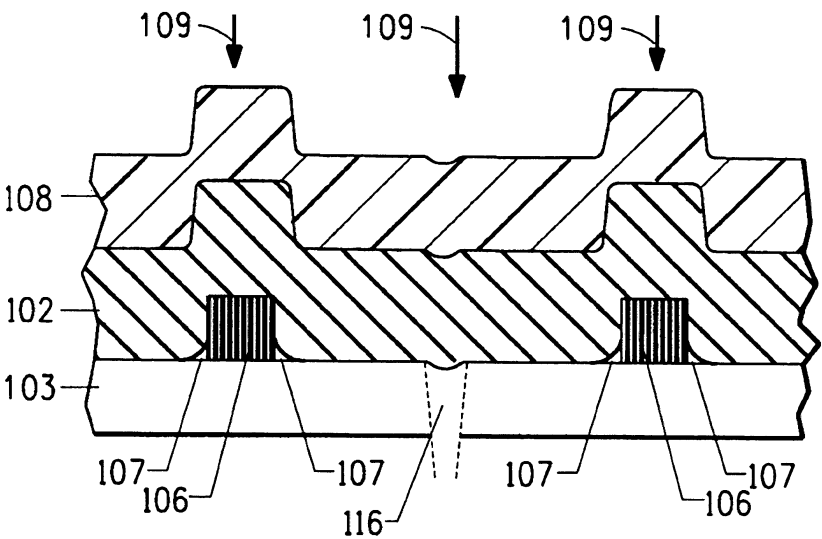


圖5A

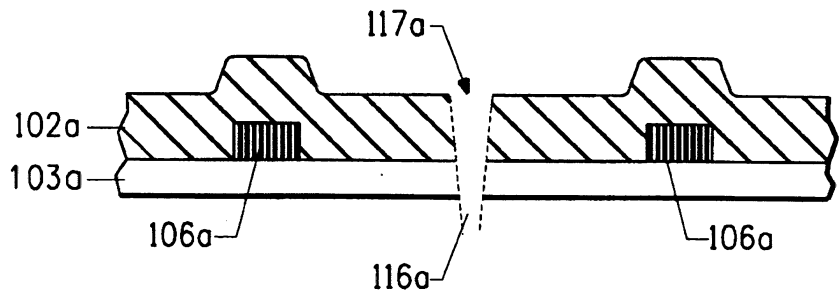


圖5B

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (3A) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

102	頂 部 離 型 帶 層
103	頂 部 LTCC 帶 層
106	電 路 特 徵
107	氣 穴
108	聚 丙 烯 袋
109	壓 力 方 向

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)