



(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 I725600 B

(45) 公告日：中華民國 110 (2021) 年 04 月 21 日

(21) 申請案號：108139488

(22) 申請日：中華民國 108 (2019) 年 10 月 31 日

(51) Int. Cl. : *H01B1/22 (2006.01)**H01B1/16 (2006.01)**H01G4/008 (2006.01)**H01G4/12 (2006.01)**H01G4/30 (2006.01)*

(71) 申請人：華新科技股份有限公司 (中華民國) (TW)

臺北市信義區松智路 1 號 24 樓

(72) 發明人：朱立文 (TW)；黃意舜 (TW)；陳曉筠 (TW)；梁志豪 (TW)；孫宇光 (TW)

(74) 代理人：閻啓泰；林景郁

(56) 參考文獻：

TW 200635874A

TW 201743350A

CN 1873862A

CN 100524554C

CN 101851092B

審查人員：羅佳凌

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：5 共 42 頁

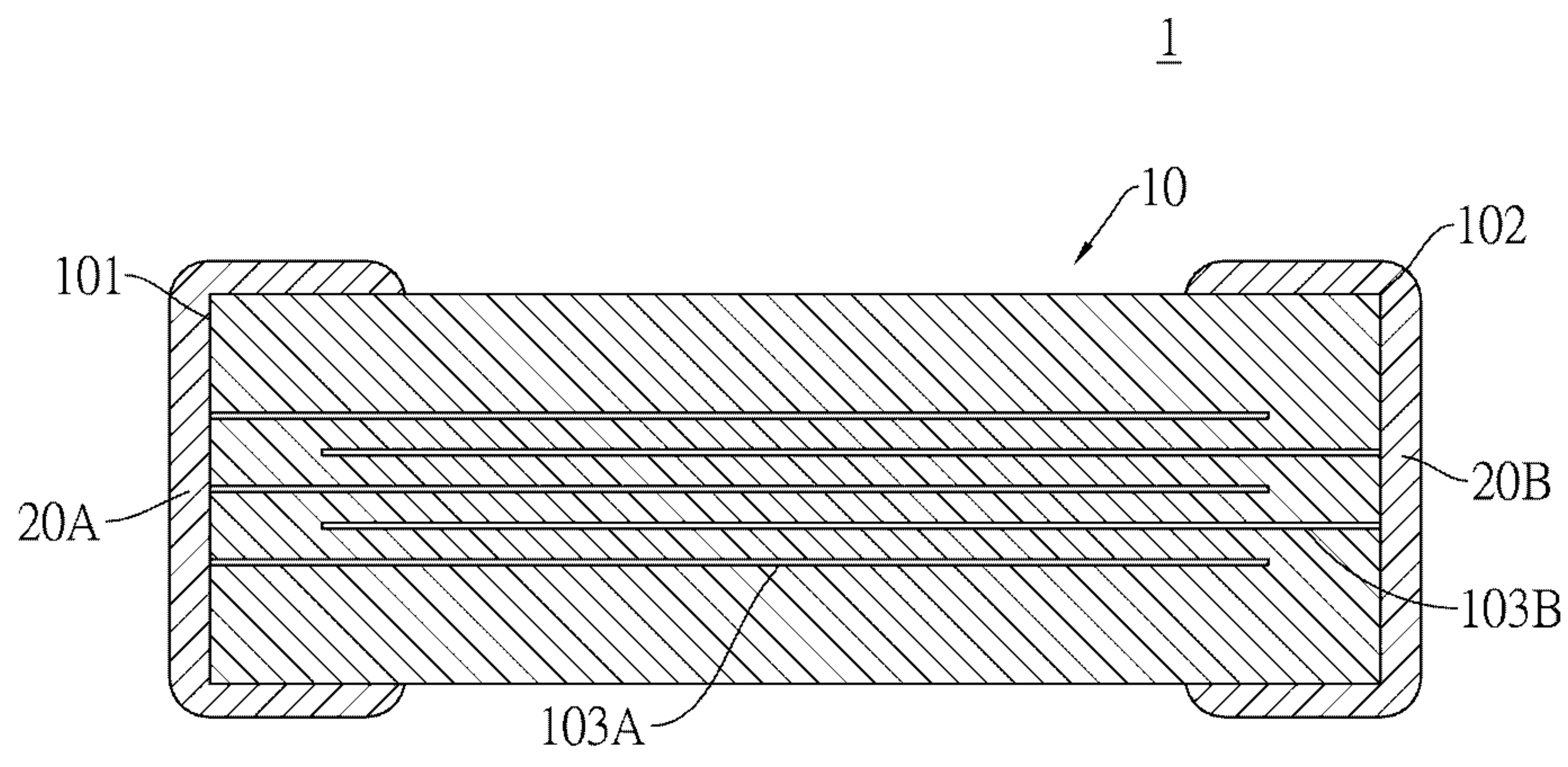
(54) 名稱

電極膏、電極、包含其之陶瓷電子元件及陶瓷電子元件之製法

(57) 摘要

本創作提供一種電極膏，其包含導電粒子、複合助燒劑、樹脂、以及有機溶劑；其中，該複合助燒劑包含含銅化合物、鋇鹽、鈣鹽、以及錳鹽。此外，本創作還提供由前述電極膏燒附而成的電極、包含前述電極作為外電極之陶瓷電子元件及其製法。所述陶瓷電子元件的外電極之導電性佳，且其與陶瓷本體的接合性良好，故提升了陶瓷電子元件的良率。

指定代表圖：



符號簡單說明：

1:陶瓷電子元件

10:陶瓷本體

101:第一端

102:第二端

103A、103B:內電極

20A、20B:第一外電極

圖 1



I725600

【發明摘要】

【中文發明名稱】 電極膏、電極、包含其之陶瓷電子元件及陶瓷電子元件之製法

【中文】

本創作提供一種電極膏，其包含導電粒子、複合助燒劑、樹脂、以及有機溶劑；其中，該複合助燒劑包含含銅化合物、鋇鹽、鈣鹽、以及錳鹽。此外，本創作還提供由前述電極膏燒附而成的電極、包含前述電極作為外電極之陶瓷電子元件及其製法。所述陶瓷電子元件的外電極之導電性佳，且其與陶瓷本體的接合性良好，故提升了陶瓷電子元件的良率。

【指定代表圖】 圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

1	陶瓷電子元件	10	陶瓷本體
101	第一端	102	第二端
103A、103B	內電極	20A、20B	第一外電極。

【特徵化學式】無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】 電極膏、電極、包含其之陶瓷電子元件及陶瓷電子元件之製法

【技術領域】

【0001】 本創作關於一種電極膏，尤其是指一種用於陶瓷電子元件的電極膏，本創作還有關於一種由前述電極膏燒附而成的電極、包含前述電極的陶瓷電子元件，以及本創作還有關於此陶瓷電子元件的製法。

【先前技術】

【0002】 隨著可攜式電子產品、電動車以及車用電子等需求遽增，被動元件的應用領域也隨之擴大。常見的被動元件包含電阻器、電容器和電感器，其中，以可耐高電壓、耐高熱、運作溫度範圍廣及高頻使用時損失率低的積層陶瓷電容(multi-layer ceramic capacitor, MLCC)最為熱門。一般而言，積層陶瓷電容等陶瓷電子元件包含由多層介電材料和內電極交疊而成的陶瓷本體，以及包覆於所述陶瓷本體表面的外電極；所述外電極通常由包含導電金屬、玻璃粉、樹脂、和溶劑等成份的電極膏經高溫燒附而成。

【0003】 在所述電極膏中，玻璃粉主要是為了在燒附過程中提供液相，使導電金屬能在較低的溫度下燒附成金屬層，並與陶瓷本體之界面反應產生鍵結，進而提高兩者的接合性。然而，玻璃成分容易聚集於界面使得內電極與外電極連接不佳，且玻璃相容易被排出，導致後續以電鍍形成第二外電極時會出現焊性不良的情況；再者，玻璃粉通常於燒附過程中會產生氣泡，導致所獲得的外電極存在氣孔、影響其導電性。尤其是近年來受到產品微型化、高性能及高可靠度的需求驅動，使得如何提升陶瓷電子元件的導電率以降低元件因傳輸耗損、發熱而降低元件可靠度、以及如何提高外電極和陶瓷本體之界面結合力，以避免使用過程中外電極剝離而使元件失效成為了重要的議題。

【0004】 為了解決上述問題，美國發明專利第8675343號揭露一種外電極用的電極膏，其必須包含一種特別的導電非晶形金屬玻璃，以 $a(\text{Cu}, \text{Ni})-b\text{Zr}-c(\text{Al}, \text{Sn})$ 表示；其中， a 至 c 的總和為100重量%(wt%)， a 介於20至60、 b 介於20至60、 c 介於2至25。雖然採用所述導電非晶形金屬玻璃可解決一般玻璃在燒附過程中浮出導致後續電鍍缺陷的問題，然而所述導電非晶形金屬玻璃的製造成本很高，不利於產業利用。

【0005】 又如中國發明專利申請公布案第101658929號公開了一種用於製備MLCC外電極的銅鎳合金粉，其係將銅鎳合金原料熱熔後採用氣相沉積法形成球狀銅鎳合金；其中，再將一部份的球狀銅鎳合金研磨成片狀銅鎳合金，藉此增加外電極與陶瓷本體表面的接觸面積以提高兩者的接合強度；然而，該銅鎳合金粉須經複雜工序製造，且其中還包含高成本的氣相沉積法，依然阻礙了商業發展的可能性。

【發明內容】

【0006】 有鑑於上述電極膏存在技術缺陷，本創作之目的在於提供一種電極膏，其可避免所述電極膏於燒附過程中發生玻璃溢出預定的包覆表面的問題。

【0007】 本創作之另一目的在於提供一種電極膏，其可避免所述電極膏於燒附過程中產生氣泡的問題，提升所形成的外電極與陶瓷本體的接合性和導電性。

【0008】 本創作之另一目的在於提供一種電極膏，其經燒附形成的外電極與陶瓷本體的接合性佳，可改善外電極於使用過程中剝離的問題，提升陶瓷電子元件的良率。

【0009】 本創作之另一目的在於提供一種電極膏，其不需進行複雜的處理工序，可解決使用特殊原料導致製造成本增高的問題，具有較低成本的優勢，進而更具商業產品的開發潛力。

【0010】 為達成前述目的，本創作提供一種電極膏，其包含：導電粒子、複合助燒劑、樹脂、以及有機溶劑；其中，該複合助燒劑包含：含銅化合物、鋇鹽、鈣鹽、以及錳鹽。

【0011】 本創作藉由複合助燒劑包含的含銅化合物、鋇鹽、鈣鹽、以及錳鹽，與所述導電粒子表面存在的金屬氧化物產生共晶反應，其所獲得的共晶物可於燒附過程中幫助導電粒子擴散，促使由所述電極膏形成的電極之結構緻密化；當所述電極作為陶瓷電子元件之外電極時，其與陶瓷本體的界面接合性可獲得提升。此外，所述共晶物僅在電極膏表面形成薄層，不會有大量的玻璃聚集於電極膏和陶瓷本體的界面，因此可降低所述外電極的電阻率、提升其導電性，同時可解決玻璃溢出預定的包覆表面的問題。

【0012】 較佳的，所述複合助燒劑包含的含銅化合物可包含氧化銅(CuO)、乙酸銅($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$)、或草酸銅(CuC_2O_4)，但不限於此；所述複合助燒劑包含的鋇鹽包含碳酸鋇(BaCO_3)、乙酸鋇($\text{Ba}(\text{CH}_3\text{COO})_2$)、或草酸鋇(BaC_2O_4)，但不限於此；所述複合助燒劑包含的鈣鹽包含碳酸鈣(CaCO_3)、乙酸鈣($\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$)、或草酸鈣(CaC_2O_4)，但不限於此；所述複合助燒劑包含的錳鹽包含碳酸錳(MnCO_3)、乙酸錳($\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$)、或草酸錳(MnC_2O_4)，但不限於此。

【0013】 為了使包含該複合助燒劑的電極膏所形成的電極具有更佳的緻密性，較佳的，以該複合助燒劑之總重為基準，該含銅化合物之用量為0.5 wt%至65 wt%。

【0014】 為了使包含該複合助燒劑的電極膏所形成的外電極與陶瓷本體之間具有較低的電阻率，較佳的，以該複合助燒劑之總重為基準，該鋇鹽之用量為4.9 wt%至89 wt%。

【0015】 為了使包含該複合助燒劑的電極膏所形成的外電極與陶瓷本體之間具有更強的接合力，較佳的，以該複合助燒劑之總重為基準，該鈣鹽之用量為0.5 wt%至30 wt%；因鈣鹽可與陶瓷本體所含的組分交互擴散，進而形成化學鍵結而能增加外電極與陶瓷本體的接合性。

【0016】 為了使包含該複合助燒劑的電極膏所形成的外電極與陶瓷本體中的內電極之間具有更良好的連接性，較佳的，以該複合助燒劑之總重為基準，該錳鹽之用量為0.1 wt%至10 wt%。因所述錳鹽的熔點較低，因此添加錳鹽可降低該複合助燒劑的熔化溫度。

【0017】 為了使該電極膏在燒附製程中更進一步降低燒附溫度，較佳的，複合助燒劑更包括一修飾劑，該修飾劑包含碳酸鋰(Li_2CO_3)、碳酸鈉(Na_2CO_3)、或碳酸鉀(K_2CO_3)，但不限於此。較佳的，以該複合助燒劑之總重為基準，該修飾劑之用量為0.1 wt%至0.5wt%。

【0018】 在一些實施例中，當以該導電粒子、該複合助燒劑、該樹脂、以及該有機溶劑之合計為100 wt%，該導電粒子之含量為58 wt%至75 wt%、該複合助燒劑之含量為0.5 wt%至7 wt%、該樹脂之含量為0.5 wt%至11 wt%、以及該有機溶劑之含量為10 wt%至25 wt%。

【0019】 較佳的，該導電粒子為銅(Cu)、銀(Ag)、或銅銀合金(Cu-Ag alloy)，但不限於此。

【0020】 依據本創作，本說明書所稱的「平均粒徑」係指以該粒子的累積粒徑分布百分比達到50%時所對應的粒徑值，即為D50。具體而言，該導電粒子的平均粒徑和粒子的外觀型態並沒有特別限制；較佳的，該導電粒子可為

平均粒徑為0.5微米(μm)至10 μm 的球狀導電粒子、平均粒徑為2 μm 至10 μm 的片狀導電粒子、或其組合。當導電粒子的粒徑在前述範圍時，其不易發生嚴重粉末團聚的現象。

【0021】 依據本創作，在該複合助燒劑中，該含銅化合物的平均粒徑為10奈米(nm)至500 nm、該鋇鹽的平均粒徑為10 nm至500 nm、該鈣鹽的平均粒徑為10 nm至500 nm、以及該錳鹽的平均粒徑為10 nm至500 nm。當所述複合助燒劑中各成份的粒徑在前述範圍時，該等成分不易發生嚴重粉末團聚的現象。

【0022】 依據本創作，該樹脂可為丙烯酸樹脂、乙基纖維素樹脂、或其組合。舉例而言，所述丙烯酸樹脂可為聚丙烯酸甲酯[poly(methyl acrylate), PMA]、聚丙烯酸乙酯[poly(ethyl acrylate), PEA]、或該等的衍生物等丙烯酸酯類，聚甲基丙烯酸甲酯[poly(methyl methacrylate), PMMA]、聚甲基丙烯酸乙酯[poly(ethyl methacrylate), PEMA]、或該等的衍生物等甲基丙烯酸酯類，但不限於此；所述乙基纖維素樹脂可為乙基纖維素(ethyl cellulose)或該等的衍生物，但不限於此。在一些實施例中，若後續使用滾筒(rolling)或浸漬(dipping)塗佈的方式塗佈於陶瓷本體上，可選用聚甲基丙烯酸甲酯；在另一些實施例中，若後續使用印刷(printing)的方式塗佈於陶瓷本體上，則可選用乙基纖維素。

【0023】 依據本創作，該有機溶劑並沒有特別的限制；具體而言，該有機溶劑可包含醇類、醚類、酯類、或其組合。舉例而言，該醇類可為松油醇(terpineol)、氫化松油醇(hydrogenated terpineol)、苯甲醇(benzyl alcohol)、2-乙基己醇(2-ethyl-1-hexanol)、正辛醇(1-octanol)等，但不限於此；該醚類可為乙二醇單丁醚(ethylene glycol monobutyl ether)、二乙二醇單丁醚(diethylene glycol monobutyl ether)、二甘醇乙醚(diethylene glycol monoethyl ether，又稱卡必醇)等，但不限於此；該酯類可為二氫乙酸松油酯(terpinyl dihydroacetate)、乙酸松

油腦酯(terpinyl acetate)、乙二醇二醋酸酯(ethylene glycol diacetate)、二乙二醇單乙基醚醋酸酯[2-(2-ethoxyethoxy)ethyl acetate]等，但不限於此。

【0024】 在不影響本創作效果的範圍內，所述電極膏還可依需求添加觸變劑、分散劑、脫泡劑、流平劑等於該電極膏中。舉例而言，該觸變劑可為聚醯胺蠟，可調整所述電極膏的黏度以符合製程施作需求；該分散劑可為聚醚磷酸酯，可調整所述電極膏的黏度以符合製程施作需求；該脫泡劑可為乙烯聚合物，可提供所述電極膏自行脫泡之能力，改善所述電極膏在製程過程夾帶氣泡之可能；該流平劑可為具有烷基芳香基之矽氧烷助劑，能改善所述電極膏施作後的表面平坦性，但並非僅限於此。

【0025】 依據本創作，在配製所述電極膏時，導電粒子、複合助燒劑、樹脂、有機溶劑可依任何次序加入混合，可同時或依次加入，一次加入該等成份之全部重量、或分次加入等重量的該等成份，經攪拌分散均勻直至完成電極膏的製備。

【0026】 此外，本創作另提供一種電極，其係由前述之電極膏燒附而成。

【0027】 另外，本創作的另一目的在於提供一種陶瓷電子元件，所述陶瓷電子元件包含由前述電極膏燒附而成的電極和一陶瓷基板，該電極和該陶瓷基板的結合性佳。舉例而言，所述陶瓷電子元件可作為晶片電阻，但不限於此。

【0028】 為達成前述目的，本創作另提供一種陶瓷電子元件，其包含：一陶瓷本體，其具有一第一端及一相對於該第一端的第二端；複數內電極，其設置於該陶瓷本體內，且相鄰的兩內電極分別與該陶瓷本體的第一端及第二端相接；以及二外電極，其分別包覆於該陶瓷本體的第一端的表面和第二端的表面上並與該等內電極電連接；該等外電極包含由前述電極膏燒附而成的電極。

【0029】 在一特定實施例中，如圖1所示，陶瓷電子元件1包括一陶瓷本體10，該陶瓷本體10具有第一端101及相對於該第一端101的第二端102；其中，該陶瓷本體10還具有複數內電極103A、103B，其設置於該陶瓷本體10內，且相鄰的兩內電極103A和103B分別與該陶瓷本體10的第一端101及第二端102相接；此外，該陶瓷電子元件1還包括二外電極(即第一外電極20A、20B)，其分別包覆於該陶瓷本體10的第一端101的表面和第二端102的表面上並與該等內電極103A和103B電連接。

【0030】 本創作另提供一種陶瓷電子元件之製法，其包括以下步驟：步驟(a)：齊備一包含複數內電極的陶瓷本體，其中該等內電極設置於該陶瓷本體內，該陶瓷本體具有第一端和相對於該第一端的第二端；步驟(b)：齊備一如前述之電極膏；以及步驟(c)：將該電極膏塗佈於該陶瓷本體的第一端的表面和第二端的表面並進行燒附步驟，以得到該陶瓷電子元件；其中該陶瓷電子元件包含二外電極，該等外電極分別包覆於該陶瓷本體的第一端的表面和第二端的表面上，並與該等內電極電連接。

【0031】 依據本創作，因其使用的電極膏包含特定的複合助燒劑，其藉由含銅化合物、鋇鹽、鈣鹽及錳鹽和導電粒子產生共晶反應而獲得共晶物；所述共晶物於燒附過程中可取代現有電極膏中的玻璃粉，可避免玻璃大量聚集、甚至溢出於電極膏和陶瓷本體的接觸界面的問題，並且可提升由所述電極膏形成的外電極與陶瓷本體的界面接合性。此外，因使用包含特定複合助燒劑的電極膏，故於製作陶瓷電子元件時不須先以高溫熱熔、淬火、研磨等步驟處理玻璃粉或以氣相沉積法製造導電粒子，故能簡化陶瓷電子元件之製法，本創作亦不須使用特殊原料，避免製造成本增高的問題，故更具有商業價值。

【0032】 具體而言，該步驟(c)中的塗佈方式可使用任何現有技術已知的塗佈方式塗佈；舉例而言，所述塗佈方式可為刮刀塗佈(knife coating)、浸漬、滾筒塗佈、印刷塗佈等方式施作於陶瓷本體表面上。

【0033】 具體而言，所述電極膏的黏度為20厘泊(kcps)至165 kcps。當所述電極膏的黏度在前述範圍時可具有較佳的操作性，不易發生有外觀異常、垂流或黏料的現象。在一些實施例中，當選用浸漬方式將所述電極膏塗佈於陶瓷本體的表面，較佳的，所述電極膏的黏度為40 kcps至80 kcps；當選用滾筒方式將所述電極膏塗佈於陶瓷本體的表面，較佳的，所述電極膏的黏度為25 kcps至40 kcps；當選用印刷方式將所述電極膏塗佈於陶瓷本體的表面，較佳的，所述電極膏的黏度為20 kcps至165 kcps。

【0034】 具體而言，該步驟(c)中的燒附溫度並沒有特別的限制，較佳的燒附溫度為780°C至1000°C，可使所獲得的外電極具有較緻密的結構。

【0035】 在一些實施例中，當前述電極膏包含的導電粒子之金屬為銅或銅銀合金時，該步驟(c)中的燒附步驟可於氮氣氣氛中進行；較佳的，該氮氣氣氛包含不超過100 ppm的氧氣，可避免所獲得的外電極的表面發生氧化的現象。在另一些實施例中，當前述電極膏包含的導電粒子之金屬為銀時，該步驟(c)於大氣氣氛中進行燒附步驟。

【0036】 在一些實施例中，該步驟(c)可包含步驟(c1)至步驟(c3)。步驟(c1)：將前述電極膏塗佈於該陶瓷本體的第一端的表面和第二端的表面並進行燒附步驟，以得到二第一外電極；步驟(c2)：於該等第一外電極上分別鍍上二第二外電極；以及步驟(c3)：於該等第二外電極上分別鍍上二第三外電極，以得到該陶瓷電子元件。因此，所述陶瓷電子元件的該等外電極包括二個由前述電極膏燒附而成第一外電極、二第二外電極、以及二第三外電極；其中，該等第一外電極包覆於該陶瓷本體的第一端的表面和第二端的表面上並與該等內電

極電連接，且該等第二外電極分別形成於該等第一外電極和該等第三外電極之間。舉例而言，該等第二外電極可為鎳金屬層，但不限於此；第三外電極可為錫金屬層，但不限於此。

【0037】 所述陶瓷電子元件可應用於平板電腦、智慧型手機、電動車、車載娛樂系統、車載駕駛安全輔助系統等，但不限於此。

【0038】 在說明書中，由「小數值至大數值」表示的範圍，如果沒有特別指明，則表示其範圍為大於或等於該小數值至小於或等於該大數值。例如：0.1重量%至10重量%，即表示其範圍為「大於或等於0.1重量%至小於或等於10重量%」。

【圖式簡單說明】

【0039】

圖1係本創作之陶瓷電子元件的側視剖面示意圖。

圖2係實施例1-1至30-1的陶瓷電子元件的側視剖面示意圖。

圖3係實施例22-2之第一外電極的掃描式電子顯微鏡影像圖。

圖4係比較例2-2之第一外電極的掃描式電子顯微鏡影像圖。

圖5係比較例4-2之陶瓷電子元件的掃描式電子顯微鏡影像圖。

【實施方式】

【0040】 以下列舉數種實施例及比較例說明本創作之實施方式，熟習此技藝者可經由本說明書之內容輕易地了解本創作所能達成之優點與功效，並且於不悖離本創作之精神下進行各種修飾與變更，以施行或應用本創作之內容。

【0041】 原料

1. 導電粒子A：平均粒徑為4 μm 的球狀銅金屬粒子；
2. 導電粒子B：平均粒徑為8 μm 的片狀銅金屬粒子；
3. 導電粒子C：平均粒徑為4 μm 的球狀銀金屬粒子；

4. 導電粒子D：平均粒徑為4 μm 的球狀銅銀合金粒子，其中，以銅銀合金之總重為基準，銀的含量佔80 wt%和銅的含量佔20 wt%；
5. 導電粒子E：平均粒徑為4 μm 的球狀銅銀合金粒子，其中，以銅銀合金之總重為基準，銀的含量佔50 wt%和銅的含量佔50 wt%；
6. 導電粒子F：平均粒徑為4 μm 的球狀銅銀合金粒子，其中，以銅銀合金之總重為基準，銀的含量佔20 wt%和銅的含量佔80 wt%；
7. 氧化銅：平均粒徑為50 nm；
8. 碳酸鋇：平均粒徑為50 nm；
9. 碳酸鈣：平均粒徑為50 nm；
10. 碳酸錳：平均粒徑為50 nm；
11. 乙酸鋇：平均粒徑為50 nm；
12. 乙酸銅：平均粒徑為50 nm；
13. 乙酸鈣：平均粒徑為50 nm；
14. 乙酸錳：平均粒徑為50 nm；
15. 草酸鋇：平均粒徑為50 nm；
16. 草酸銅：平均粒徑為50 nm；
17. 草酸鈣：平均粒徑為50 nm；
18. 草酸錳：平均粒徑為50 nm；
19. 樹脂A：聚甲基丙烯酸甲酯；
20. 樹脂B：乙基纖維素；
21. 有機溶劑：松油醇；
22. 陶瓷本體：包含 BaTiO_3 之陶瓷結構；
23. 氧化鋁基板（用於印刷與滾筒製程）。

【0042】 製備例1至18、比較製備例1及2：複合助燒劑

第 10 頁，共 33 頁(發明說明書)

【0043】 根據表1-1和表1-2所示之配比(單位為wt%)，分別配製得到製備例1至18(以下簡稱SA 1至SA 18)、比較製備例1至2(以下簡稱CSA 1和CSA 2)的複合助燒劑。

【0044】 實施例1至實施例30之電極膏的製備

【0045】 根據表2所示之配比混合，分別得到實施例1至實施例30之電極膏(簡稱E 1至E 30)。實施例1至實施例30之電極膏之間的差異主要是改變所選用的複合助燒劑(即，複合助燒劑的組成份和其用量)以及改變電極膏中複合助燒劑和導電粒子的含量。

【0046】 實施例1-1至實施例30-1之陶瓷電子元件的製備

【0047】 如圖2所示，依序將實施例1至實施例30之電極膏以浸漬的方式塗佈於所述陶瓷本體10的第一端101的表面和第二端102的表面；接著，各自依下表2所列的燒附溫度，於包含10 ppm氧氣的氮氣氣氛中進行燒附步驟以得到由所述電極膏形成的電極，即為第一外電極20A、20B；再於所述第一外電極20A、20B的外側表面分別鍍上平均厚度為5 μm 的鎳金屬層作為第二外電極30A、30B，之後再於所述第二外電極30A、30B的外側表面分別鍍上平均厚度為10 μm 的錫金屬層作為第三外電極40A、40B，最終獲得如圖2所示的實施例1-1至實施例30-1之陶瓷電子元件1' (以下簡稱E 1-1至E 30-1)。

【0048】 比較例1至比較例4之電極膏的製備

【0049】 根據表2所示之配比，分別得到比較例1至比較例4之電極膏(以下簡稱C 1至C 4)。比較例1至比較例4和前述實施例之電極膏的差異主要在於，比較例1至比較例4所選用的複合助燒劑係平均粒徑為3 μm 的玻璃粉(成份為B-Ba-Zn-Si-Al-Na)，所述玻璃粉須先將三氧化二硼、碳酸鋇、氧化鋅、二氧化矽、三氧化二鋁、碳酸鈉等原料經1200°C之高溫熱熔後，接著倒入25°C之冷水

淬火；之後，再經過清洗、篩選、研磨等步驟製作成平均粒徑為3 μm 的玻璃粉。

【0050】 比較例5和比較例6之電極膏的製備

【0051】 根據表2所示之配比，分別得到比較例5和比較例6之電極膏(以下簡稱C 5和C 6)。比較例5和比較例6和前述實施例之電極膏的差異主要在於，比較例5和比較例6所選用的複合助燒劑係分別為CSA 1和CSA 2的複合助燒劑。

【0052】 比較例1-1至比較例6-1之陶瓷電子元件的製備

【0053】 依序將比較例1至比較例6之電極膏以浸漬的方式塗佈於所述陶瓷本體的第一端的表面和第二端的表面；接著，各自依表2所列的燒附溫度，於包含10 ppm氧氣的氮氣氣氛中進行燒附步驟以得到所述第一外電極；再於所述第一外電極外分別鍍上平均厚度為5 μm 的鎳金屬層作為第二外電極，之後再於第二外電極外分別鍍上平均厚度為10 μm 的錫金屬層作為第三外電極，最終獲得比較例1-1至比較例6-1之陶瓷電子元件(以下簡稱C 1-1至C 6-1)。

【0054】 陶瓷電子元件之特性分析

【0055】 分析1：第一外電極的電阻率測試

【0056】 由實施例1至實施例30和比較例1至比較例6之電極膏形成第一外電極後，先以四點探針儀(型號為PII-QT5601Y)測量所述第一外電極之電阻率，並將實驗結果列於表2。

【0057】 分析2：第一外電極的緻密性評估

【0058】 由實施例1至實施例30和比較例1至比較例6之電極膏形成第一外電極後，以螢光滲透破壞性物理分析評估所述第一外電極的緻密程度，並將評估結果列於表2。若所述第一外電極的截面的螢光滲透量為0%，則判定其緻密性佳，於表2中表示為「良好」；若所述第一外電極的截面的螢光滲透量為大於0%至小於或等於5%，則判定其緻密性中等，於表2中表示為「尚可」；若所

述第一外電極的截面的螢光滲透量大於5%，則判定其緻密性不佳，於表2中表示為「差」。另外，以實施例22-2和比較例2-2之陶瓷電子元件的第一外電極為例，請參閱圖3和圖4，即可發現本創作之電極膏所形成的電極確實能比使用一般玻璃粉作為助燒劑形成的電極具有更緻密的結構。

【0059】 分析3：第一外電極與陶瓷本體的界面型態之觀察

【0060】 由實施例1至實施例30和比較例1至比較例6之電極膏形成第一外電極後，以二次電子顯微鏡(SEM)觀察是否有玻璃浮出的現象，以及以破壞性分析觀察所述第一外電極的截面確認是否有氣泡存在於所述第一外電極和所述陶瓷本體的界面，其觀察結果如下：

1.實施例1-1至實施例30-1之陶瓷電子元件的第一外電極皆未發現玻璃浮出的現象；

2.比較例1-1、比較例1-2、比較例5-1和比較例6-1之陶瓷電子元件的第一外電極未發現玻璃浮出的現象；但比較例2-1至比較例4-2之陶瓷電子元件的第一外電極皆有玻璃浮出的現象；

3.實施例1-1至實施例30-1之陶瓷電子元件的第一外電極與陶瓷本體的界面皆未發現氣泡的存在；

4.比較例1-1至比較例3-2、比較例5-1和比較例6-1之陶瓷電子元件的第一外電極與陶瓷本體的界面未發現氣泡的存在；但比較例4-1和比較例4-2(請參閱圖5)之陶瓷電子元件的第一外電極與陶瓷本體的界面有發現氣泡的存在。

【0061】 分析4：拉力測試

【0062】 在實施例1-1至實施例30-1以及比較例1-1至比較例6-1之陶瓷電子元件中相對兩端的第三外電極上，各自以無鉛錫膏焊上鐵線，再以萬能拉伸機夾住所述鐵線，將兩鐵線往相反方向拉伸，並測量其極限拉力，並將實驗結果列於表2。

【0063】 實施例22-I至實施例22-VI之電極膏的製備

【0064】 根據表3所示之配比，分別得到實施例22-I至實施例22-VI之電極膏(簡稱E 22-I至E 22-VI)；於實施例22-I至實施例22-VI之電極膏，其所包含的導電粒子之材質皆為銅金屬，主要是改變電極膏包含的導電粒子的型態，以及各導電粒子的型態佔整體導電粒子的比例。以該導電粒子、該複合助燒劑、該樹脂、以及該有機溶劑之合計為100重量%，該導電粒子A和導電粒子B之總含量為72 wt%、該複合助燒劑(SA 6)之含量為3 wt%、該樹脂A之含量為7 wt%、以及該有機溶劑之含量為18 wt%。

【0065】 實施例22-I-1至實施例22-VI-1之陶瓷電子元件的製備

【0066】 實施例22-I-1至實施例22-VI-1之陶瓷電子元件所採用的製備方法係採用如同實施例1-1至實施例30-1之陶瓷電子元件之製備方法進行。其主要差異在於實施例22-I-1至實施例22-VI-1僅採用920°C的燒附溫度。其方法主要如下：依序將實施例22-I至實施例22-VI之電極膏分別以浸漬的方式塗佈於所述陶瓷本體的第一端的表面和第二端的表面；接著，以920°C的燒附溫度，於包含10 ppm氧氣的氮氣氣氛中進行燒附步驟以得到第一外電極，最終獲得實施例22-I-1至實施例22-VI-1之陶瓷電子元件。並且如同實施例1-1至實施例30-1之陶瓷電子元件一樣，以上述的分析1、2、4進行特性分析，並將實驗結果記載於表3中。

【0067】 實施例31至實施例39之電極膏的製備

【0068】 根據表4所示之配比，分別得到實施例31至實施例39之電極膏(簡稱E 31至E 39)；於實施例31至實施例39之電極膏，主要是改變所述電極膏包含的樹脂種類、以及所述電極膏包含的樹脂和有機溶劑的含量。

【0069】 分析5：電極膏塗佈後之外觀的觀察

【0070】 將實施例31和實施例32之電極膏以滾筒塗佈的方式施於氧化鋁基板；另將實施例32至實施例34之電極膏分別以浸漬方式塗佈於陶瓷本體上；再另將實施例35和實施例39之電極膏以印刷塗佈的方式施於氧化鋁基板。前述實施例31至實施例39之電極膏以不同塗佈方式施於所述氧化鋁基板或所述陶瓷本體的表面後，以光學顯微鏡觀察並確認塗佈後的電極膏的表面外觀。若塗佈後的電極膏的表面呈現垂流、厚度不均、或尖頭現象，則判定為「不佳」；反之，若未出現前述垂流、厚度不均、或尖頭現象，則判定為「平整」，並將其觀察結果記載於表4。

【0071】 實施例40至43、比較例7至10之電極膏的製備

【0072】 根據表5所示之配比，分別得到實施例40至實施例43之電極膏(簡稱E 40至E 43)以及比較例7至比較例10之電極膏(簡稱C 7至C 10)；於實施例40至實施例43之電極膏中，主要是改變所述電極膏包含的導電粒子的材質種類。比較例7至比較例10與前述實施例40至實施例43之電極膏的差異主要在於，比較例7至比較例10所選用的複合助燒劑與比較例1至比較例4之電極膏相同，皆為平均粒徑為3 μm 的玻璃粉(成份為B-Ba-Zn-Si-Al-Na)。

【0073】 實施例40-1至實施例43-1、比較例7-1至比較例10-1之陶瓷電子元件的製備

【0074】 實施例40-1至實施例43-1、比較例7-1至比較例10-1之陶瓷電子元件所採用的製備方法係採用如同實施例22-2之陶瓷電子元件之製備方法進行。其與實施例22-2的製法主要差異在於改變電極膏中的導電粒子之種類，以及燒附溫度和燒附環境。其中，實施例40-1和比較例7-1之陶瓷電子元件的主要製法如下：依序將實施例40和比較例7之電極膏以浸漬的方式塗佈於所述陶瓷本體的第一端的表面和第二端的表面；接著，於燒附溫度為800°C、大氣氣氛中進行燒附步驟以得到所述第一外電極；再於所述第一外電極外分別鍍上平均

厚度為5 μm 的鎳金屬層作為第二外電極，之後再於第二外電極外分別鍍上平均厚度為10 μm 的錫金屬層作為第三外電極，最終獲得實施例40-1和比較例7-1之陶瓷電子元件(以下簡稱E 40-1和C 7-1)。另外，實施例41-1至實施例43-1和比較例8-1至比較例10-1之陶瓷電子元件的主要製法如下：依序將實施例41至實施例43和比較例8至比較例10之電極膏以浸漬的方式塗佈於所述陶瓷本體的第一端的表面和第二端的表面；接著，於燒附溫度為800°C、包含10 ppm氧氣的氮氣氣氛中進行燒附步驟以得到所述第一外電極；再於所述第一外電極外分別鍍上平均厚度為5 μm 的鎳金屬層作為第二外電極，之後再於第二外電極外分別鍍上平均厚度為10 μm 的錫金屬層作為第三外電極，最終獲得實施例41-1至實施例43-1和比較例8-1至比較例10-1之陶瓷電子元件(以下簡稱E 41-1至E 43-1和C 8-1至C 10-1)。將實施例40-1至實施例43-1、比較例7-1至比較例10-1之陶瓷電子元件進行如上述分析1、2和4的特性分析，並將實驗結果記載於表5中。

【0075】 另外，由實施例40至實施例43之電極膏和比較例7至比較例10之電極膏形成第一外電極後，以SEM觀察是否有玻璃浮出的現象，其觀察結果如下：實施例40-1至實施例43-1之陶瓷電子元件的第一外電極皆未發現玻璃浮出的現象；然而，比較例7-1至比較例10-1之陶瓷電子元件的第一外電極皆發生玻璃浮出的現象。

【0076】 實施例22-3和實施例22-4之陶瓷電子元件的製備

【0077】 實施例22-3和實施例22-4之陶瓷電子元件所採用的製備方法係採用如同實施例22-2之陶瓷電子元件之製備方法進行。其主要差異在於實施例22-3和實施例22-4改變燒附時所述氮氣氣氛中所包含的氧氣量。其方法主要如下：依序將實施例22之電極膏以浸漬的方式塗佈於所述陶瓷本體的第一端的表面和第二端的表面；接著，以920°C的燒附溫度，於如下表6記載的包含不同氧氣分壓的氮氣氣氛中進行燒附步驟以得到第一外電極，最終獲得實施例22-3和

實施例22-4之陶瓷電子元件。並且如同實施例22-1和實施例22-2之陶瓷電子元件一樣，以上述的分析1至4進行特性分析，並將實驗結果記載於表6中。

【0078】 實施例22-5和22-6之陶瓷電子元件的製備

【0079】 實施例22-5和22-6之陶瓷電子元件所採用的製備方法係採用如同實施例22-2之陶瓷電子元件之製備方法進行。其主要差異在於實施例22-5和22-6改變燒附時的燒附溫度。其方法主要如下：依序將實施例22之電極膏以浸漬的方式塗佈於所述陶瓷本體的第一端的表面和第二端的表面；接著，分別以下表7所記載的燒附溫度，於包含10 ppm氧氣的氮氣氣氛中進行燒附步驟以得到第一外電極，最終獲得實施例22-5和22-6之陶瓷電子元件。並且如同實施例22-1和實施例22-2之陶瓷電子元件一樣，以上述的分析1至4進行特性分析，並將實驗結果記載於表7中。

【0080】 實施例44至52之電極膏的製備

【0081】 根據表8所示之配比混合，分別得到實施例44至實施例52之電極膏(簡稱E 44至E 52)。實施例44至實施例52之電極膏之間的差異主要是改變所選用的複合助燒劑之組成份和其含量。

【0082】 實施例44-1至實施例52-1之陶瓷電子元件的製備

【0083】 依序將實施例44至實施例52之電極膏以浸漬的方式塗佈於所述陶瓷本體的第一端的表面和第二端的表面；接著，各自依表8所列的燒附溫度，於包含10 ppm氧氣的氮氣氣氛中進行燒附步驟以得到所述第一外電極；再於所述第一外電極外分別鍍上平均厚度為5 μm 的鎳金屬層作為第二外電極，之後再於第二外電極外分別鍍上平均厚度為10 μm 的錫金屬層作為第三外電極，最終獲得實施例44-1至實施例52-1之陶瓷電子元件(以下簡稱E 44-1至E 52-1)，並且如同實施例22-2之陶瓷電子元件一樣，以上述的分析1、2、和4進行特性分析，並將實驗結果記載於表8中。

【0084】 實驗結果討論

【0085】 綜合表2的分析結果均顯示，當導電粒子的材質相同時，因實施例1至實施例30之電極膏包含特定的複合助燒劑，因此由實施例1至實施例30之電極膏所形成的第一外電極相較於由比較例1至6的電極膏所形成的第一外電極皆具有較佳的緻密性、更低的電阻率以及更大的極限拉力；據此可證，由本創作的電極膏所形成的外電極確實可具有良好的導電性，且其與陶瓷本體的接合性佳。同樣地，表5的分析結果亦顯示，在選用相同的導電粒子的情況下，實施例40至實施例43之電極膏因包含特定的複合助燒劑，故由實施例40之電極膏所形成的第一外電極相較於由比較例7的電極膏所形成的第一外電極具有較佳的緻密性、更低的電阻率以及更大的極限拉力；另外，分別由實施例41之電極膏所形成的第一外電極相較於比較例9之電極膏所形成的第一外電極、實施例42之電極膏所形成的第一外電極相較於比較例8之電極膏所形成的第一外電極、實施例43之電極膏所形成的第一外電極相較於由比較例10的電極膏所形成的第一外電極皆具有較佳的緻密性、更低的電阻率以及更大的極限拉力；再次證明，由本創作的電極膏所形成的外電極確實可具有良好的導電性，且其能與陶瓷本體具有良好的接合性。

【0086】 此外，實施例1至實施例30、實施例40至實施例43之電極膏於燒附過程中皆未產生氣泡，並且由前述電極膏所形成的第一外電極也皆未發生玻璃浮出的問題；據此可證，使用本創作的電極膏於陶瓷電子元件之製法中可避免氣泡產生、玻璃聚集界面的缺陷，故可提高焊性、使得後續電鍍形成的電鍍層也能有良好的連續性。

【0087】 反觀由比較例1至比較例4、比較例7至比較例10之電極膏所形成的第一外電極，當一略為提高玻璃粉的含量至電極膏總重的3 wt%時(如比較例2、比較例7至比較例10之電極膏)，即開始有玻璃浮出的現象，致使後續電鍍形

成的第二外電極之連續性降低。當玻璃粉的含量再提高至電極膏總重的7 wt%時(如比較例4)，甚至在所述第一外電極和陶瓷本體的界面有明顯的氣泡產生，且後續電鍍形成的第二外電極之連續性也表現相當差。

【0088】 再者，由表6的結果可知，若於較低的氧分壓下進行燒附步驟，亦可使形成的第一外電極具有較佳的導電性，且所述第一外電極能與陶瓷本體的界面具有更強的接合性。因降低燒附過程中的氧含量，可確實降低第一外電極表面形成氧化物的機會，故可明顯提升第一外電極的導電性，且使陶瓷本體的界面具有更強的接合性，提升陶瓷電子元件最終產品的良率。

【0089】 此外，由表7的結果可知，若於較高的燒附溫度下(例如920°C)進行燒附，可形成緻密性較佳的第一外電極，故所述第一外電極具有較佳的導電性，且所述第一外電極與陶瓷本體的界面反應性可提高，故所述第一外電極能與陶瓷本體具有更強的接合性，提升陶瓷電子元件最終產品的良率。

【0090】 再者，由表8的結果可知，當所述複合助燒劑更包括修飾劑，例如碳酸鋰、碳酸鈉或碳酸鉀時，可於較低的燒附溫度下(即小於920°C)，獲得與高溫燒附(920°C)所得之外電極相當的電阻率和極限拉力；若於相同的燒附溫度下(即920°C)，由包含修飾劑的電極膏製得之外電極能比不包含修飾劑的電極膏所製得之外電極具有更低的電阻率。據此可證，當所述複合助燒劑更包括修飾劑時，能讓所述電極膏在較低的燒附溫度下進行燒附步驟，或於相同的燒附溫度下使所述電極具有更佳的導電特性，或與陶瓷本體或陶瓷基板的接合性更佳。

【0091】 不僅如此，由於本創作的電極膏和陶瓷電子元件於製備過程中無需先進行繁瑣的工序製備玻璃粉，因此本創作可以簡單又有效率的方式進行。由此可知，本創作之陶瓷電子元件之製法確實具有時效和成本上之優勢，進而提升本創作的應用價值。

【符號說明】

【0092】

1、1'	陶瓷電子元件	10	陶瓷本體
101	第一端	102	第二端
103A、103B	內電極	20A、20B	第一外電極
30A、30B	第二外電極	40A、40B	第三外電極

【生物材料寄存】

【0093】 無

【0094】

表1-1 製備例1至製備例9、比較製備例1至2的複合助燒劑之組成份和其用量(wt%)

製備例 編號	SA 1	SA 2	SA 3	SA 4	SA 5	SA 6	SA 7	SA 8	SA 9	CSA 1	CSA 2
碳酸鋇	89	77.8	65.2	50.9	38.3	22.8	4.9	0	0	0	46.3
乙酸鋇	0	0	0	0	0	0	0	11.4	0	0	0
草酸鋇	0	0	0	0	0	0	0	0	16.6	0	0
氧化銅	0.5	9.2	18.8	29.6	38.7	50.7	65	0	0	65.7	0
乙酸銅	0	0	0	0	0	0	0	62.7	0	0	0
草酸銅	0	0	0	0	0	0	0	0	61.7	0	0
碳酸鈣	0.5	5	9.5	15.5	20	25.5	30	0	0	33	51.7
乙酸鈣	0	0	0	0	0	0	0	25.1	0	0	0
草酸鈣	0	0	0	0	0	0	0	0	20.9	0	0
碳酸錳	10	8	6.5	4	3	1	0.1	0	0	1.3	2
乙酸錳	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0

草酸錳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	---	---

表1-2 製備例10至製備例18的複合助燒劑之組成份和其用量(wt%)

製備例 編號	SA 10	SA 11	SA 12	SA 13	SA 14	SA 15	SA 16	SA 17	SA 18
碳酸鋇	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8
氧化銅	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7
碳酸鈣	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5
碳酸錳	0.9	0.5	0.9	0.7	0.5	0.9	0.5	0.7	0.7
碳酸鋰	0.1	0.5	0	0	0	0	0	0.3	0
碳酸鈉	0	0	0.1	0.3	0.5	0	0	0	0
碳酸鉀	0	0	0	0	0	0.1	0.5	0	0.3

【0095】

表2 實施例1至實施例30之電極膏、比較例1至比較例6之電極膏的配比及包含其的實施例1-1至實施例30-1、比較例1-1至

比較例6-1之陶瓷電子元件的特性分析結果

陶瓷 電子 元件 編號	電極 膏 編號	複合 助燒劑		導電粒子 A 比例 (wt%)	樹脂 A 比例 (wt%)	有機溶劑 比例 (wt%)	燒附 溫度 (°C)	第一外電極 的電阻率 ($10^{-7} \Omega \cdot m$)	極限拉力 (Kgf)	第一外 電極的 緻密性
		編號	比例 (wt%)							
E 1-1	E 1	0.5	74.5	7	18	880	3.56	1.48	良好	
E 1-2										920
E 2-1	E 2	3	72	7	18	880	4.58	1.62	良好	
E 2-2										920
E 3-1	E 3	5	70	7	18	880	7.98	1.59	尚可	
E 3-2										920
E 4-1	E 4	7	68	7	18	880	8.24	1.57	尚可	
E 4-2										920
E 5-1	E 5	0.5	74.5	7	18	880	3.56	1.35	良好	

E 5-2									920	2.36	1.41	良好
E 6-1	E 6	3	72	7	18				880	6.01	2.00	良好
E 6-2									920	5.63	2.27	良好
E 7-1	E 7	5	70	7	18				880	7.86	1.98	尚可
E 7-2									920	7.59	2.20	尚可
E 8-1	E 8	7	68	7	18				880	8.32	1.90	尚可
E 8-2									920	8.21	2.12	尚可
E 9-1	E 9	0.5	74.5	7	18				880	3.56	1.40	良好
E 9-2									920	2.36	1.45	良好
E 10-1	E 10	3	72	7	18				880	7.02	2.17	良好
E 10-2									920	6.32	2.38	良好
E 11-1	E 11	5	70	7	18				880	8.10	2.12	尚可
E 11-2									920	7.96	2.31	尚可
E 12-1	E 12	7	68	7	18				880	8.32	1.99	尚可
E 12-2									920	8.12	2.01	尚可

E 13-1	E 13	0.5	74.5	7	18	880	3.56	1.52	良好
E 13-2									
E 14-1	E 14	3	72	7	18	880	7.36	2.11	良好
E 14-2									
E 15-1	E 15	5	70	7	18	880	8.21	2.09	尚可
E 15-2									
E 16-1	E 16	7	68	7	18	880	8.39	2.06	尚可
E 16-2									
E 17-1	E 17	0.5	74.5	7	18	880	3.56	1.56	良好
E 17-2									
E 18-1	E 18	3	72	7	18	880	7.59	2.13	良好
E 18-2									
E 19-1	E 19	5	70	7	18	880	8.40	2.11	尚可
E 19-2									
E 20-1	E 20	7	68	7	18	880	8.50	2.07	尚可

第 25 頁，共 33 頁(發明說明書)

E 20-2									920	8.45	2.30	尚可
E 21-1	E 21							18	880	3.56	1.69	良好
E 21-2		0.5	74.5	7					920	2.36	1.77	良好
E 22-1	E 22							18	880	7.71	2.14	良好
E 22-2		3	72	7					920	7.05	2.44	良好
E 23-1						SA 6			880	8.54	2.12	尚可
E 23-2	E 23	5	70	7				18	920	8.41	2.39	尚可
E 24-1	E 24								880	8.60	2.03	尚可
E 24-2		7	68	7					920	8.52	2.25	尚可
E 25-1	E 25								880	3.56	1.48	良好
E 25-2		0.5	74.5	7					920	2.36	1.56	良好
E 26-1	E 26					SA 7			880	7.96	2.12	良好
E 26-2		3	72	7					920	7.36	2.35	良好
E 27-1	E 27								880	8.60	2.02	尚可
E 27-2		5	70	7					920	8.56	2.29	尚可

E 28-1	E 28	7	68	7	18	880	8.89	1.95	尚可
E 28-2									
E 29-1	E 29	3	72	7	18	920	7.10	2.47	良好
E 30-1	E 30	3	72	7	18	920	6.88	2.43	良好
C 1-1	C 1	0.5	74.5	7	18	880	95.6	0.81	良好
C 1-2									
C 2-1	C 2	3	72	7	18	880	63.7	1.12	尚可
C 2-2									
C 3-1	C 3	5	70	7	18	880	42.5	1.30	尚可
C 3-2									
C 4-1	C 4	7	68	7	18	880	65.2	NA	尚可
C 4-2									
C 5-1	C 5	3	72	7	18	780	82.6	1.69	尚可
C 6-1	C 6	3	72	7	18	780	15.8	1.67	差

玻璃粉

【0096】

表3 實施例22、實施例22-I至實施例22-V之電極膏的配比及包含其的實施例22-2、實施例22-I-1至實施例22-V-1之陶瓷電

子元件的特性分析結果

陶瓷電子元件 編號	電極膏 編號	導電粒子		第一外電極的電 阻率 ($10^{-7} \Omega \cdot m$)	極限拉力 (Kgf)	第一外電極 的緻密性
		A	B			
		佔全部導電粒子總重的比例 (wt%)				
E 22-2	E 22	100	0	7.05	2.44	良好
E 22-I-1	E 22-I	80	20	7.66	2.40	良好
E 22-II-1	E 22-II	60	40	7.81	2.42	良好
E 22-III-1	E 22-III	40	60	7.94	2.38	良好
E 22-IV-1	E 22-IV	20	80	8.00	2.46	良好
E 22-V-1	E 22-V	0	100	8.10	2.41	良好

【0097】

表4 實施例31至實施例39之電極膏的配比、其使用之塗佈方式及其塗佈後之外觀

電極膏 編號	複合助燒劑 SA 6 比例 (wt%)	導電粒子 A 比例 (wt%)	樹脂		有機溶劑 比例 (wt%)	電極膏 黏度 (Kcps)	塗佈 方式	塗佈後 外觀
			種類	比例 (wt%)				
E 31	3	72	A	11	14	25	滾筒	平整
E 32	3	72	A	9	16	40	滾筒	平整
							浸漬	平整
							浸漬	平整
E 33	3	72	A	7	18	55	浸漬	平整
E 34	3	72	A	5	20	80	浸漬	平整
E 35	3	72	B	0.5	24.5	20	印刷	平整
E 36	3	72	B	1	24	56	印刷	平整
E 37	3	72	B	1.5	23.5	83	印刷	平整
E 38	3	72	B	2	23	110	印刷	平整
E 39	3	72	B	2.5	22.5	165	印刷	平整

【0098】

表5 實施例40至實施例43、比較例7至比較例10之電極膏的配比及包含其的實施例40-1至實施例43-1、比較例7-1至比較

例10-1之陶瓷電子元件的特性分析結果

陶瓷 電子 元件 編號	電極膏 編號	複合助燒劑		導電粒子		樹脂A 比例 (wt%)	有機溶劑 比例 (wt%)	第一外 電極的 電阻率 (10^{-7} $\Omega\cdot m$)	極限拉力 (Kgf)	第一外電 極的緻密 性
		編號	比例 (wt%)	種類	比例 (wt%)					
E 40-1	E 40	SA 6	3	72	C	7	18	0.308	2.54	良好
E 41-1	E 41		3	72	D	7	18	0.819	2.51	良好
E 42-1	E 42		3	72	E	7	18	3.04	2.45	良好
E 43-1	E 43		3	72	F	7	18	6.05	2.53	良好
C 7-1	C 7	玻璃粉	3	72	C	7	18	0.482	1.19	尚可
C 8-1	C 8		3	72	E	7	18	7.37	1.24	尚可
C 9-1	C 9		3	72	D	7	18	2.94	1.24	尚可
C 10-1	C 10		3	72	F	7	18	10.14	1.23	尚可

【0099】

表6 實施例22-2至實施例22-4之陶瓷電子元件編號、燒附時的氧氣分壓及其特性分析結果

陶瓷電子 元件 編號	電極膏 編號	燒附時之氮氣氣 氛所含氧氣分壓 (ppm)	第一外電極 的電阻率 ($10^{-7} \Omega \cdot m$)	極限拉力 (Kgf)	第一外電極 的緻密性	氣泡	玻璃 浮出
E 22-2	E 22	10	7.05	2.44	良好	無	無
E 22-3		50	9.67	2.31	良好	無	無
E 22-4		100	19.2	2.15	良好	無	無

【0100】

表7 實施例22-1、實施例22-2、實施例22-5和實施例22-6之陶瓷電子元件編號、燒附溫度及其特性分析結果

陶瓷電子 元件 編號	電極膏 編號	燒附溫度 (°C)	第一外電極 的電阻率 ($10^{-7} \Omega \cdot m$)	極限拉力 (Kgf)	第一外電極 的緻密性	氣泡	玻璃浮出
E 22-2	E 22	920	7.05	2.44	良好	無	無
E 22-1		880	7.71	2.14	良好	無	無
E 22-5		840	8.59	1.98	尚可	無	無
E 22-6		780	15.6	1.65	尚可	無	無

【0101】

表8 實施例44至實施例52之電極膏的配比及包含其的實施例44-1至實施例52-1之陶瓷電子元件編號及其特性分析結果

陶瓷電子 元件 編號	電極 膏 編號	複合 助燒劑		導電粒子 A 比例 (wt%)	樹脂A 比例 (wt%)	有機溶劑 比例 (wt%)	燒附溫度 (°C)	第一外電極 的電阻率 ($10^{-7} \Omega \cdot m$)	極限拉力 (Kgf)	第一外 電極的 緻密性
		編號	比例 (wt%)							
E 44-1	E 44	SA 10	3	72	7	18	890	7.11	2.46	良好
E 45-1	E 45	SA 11	3	72	7	18	830	7.20	2.42	良好
E 46-1	E 46	SA 12	3	72	7	18	910	7.10	2.47	良好
E 47-1	E 47	SA 13	3	72	7	18	890	7.08	2.45	良好
E 48-1	E 48	SA 14	3	72	7	18	870	7.05	2.43	良好
E 49-1	E 49	SA 15	3	72	7	18	920	7.01	2.44	良好
E 50-1	E 50	SA 16	3	72	7	18	900	7.18	2.47	良好
E 51-1	E 51	SA 17	3	72	7	18	860	7.16	2.44	良好
E 52-1	E 52	SA 18	3	72	7	18	910	7.12	2.46	良好

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種電極膏，其包含：導電粒子、複合助燒劑、樹脂、以及有機溶劑；其中，該複合助燒劑包含：含銅化合物、鋇鹽、鈣鹽、以及錳鹽；其中以該複合助燒劑之總重為基準，該含銅化合物之用量為0.5重量%至65重量%、該鋇鹽之用量為4.9重量%至89重量%、該鈣鹽之用量為0.5重量%至30重量%、以及該錳鹽之用量為0.1重量%至10重量%。

【第2項】 如請求項1所述之電極膏，其中以該導電粒子、該複合助燒劑、該樹脂、以及該有機溶劑之合計為100重量%，該導電粒子之含量為58重量%至75重量%、該複合助燒劑之含量為0.5重量%至7重量%、該樹脂之含量為0.5重量%至11重量%、以及該有機溶劑之含量為10重量%至25重量%。

【第3項】 如請求項1所述之電極膏，其中該導電粒子為銅、銀、或銅銀合金。

【第4項】 如請求項3所述之電極膏，其中該導電粒子為平均粒徑為0.5微米至10微米的球狀導電粒子、平均粒徑為2微米至10微米的片狀導電粒子、或其組合。

【第5項】 如請求項1所述之電極膏，其中該含銅化合物包含氧化銅、乙酸銅、或草酸銅；該鋇鹽包含碳酸鋇、乙酸鋇、或草酸鋇；該鈣鹽包含碳酸鈣、乙酸鈣、或草酸鈣；該錳鹽包含碳酸錳、乙酸錳、或草酸錳。

【第6項】 如請求項5所述之電極膏，其中該含銅化合物的平均粒徑為10奈米至500奈米、該鋇鹽的平均粒徑為10奈米至500奈米、該鈣鹽的平均粒徑為10奈米至500奈米、以及該錳鹽的平均粒徑為10奈米至500奈米。

【第7項】 如請求項1所述之電極膏，其中該複合助燒劑更包括一修飾劑，該修飾劑包含碳酸鋰、碳酸鈉、或碳酸鉀。

【第8項】如請求項7所述之電極膏，其中以該複合助燒劑之總重為基準，該修飾劑之用量為0.1重量%至0.5重量%。

【第9項】一種電極，由如請求項1至8中任一項所述之電極膏燒附而成。

【第10項】一種陶瓷電子元件，其包含一陶瓷基板，以及一如請求項9所述之電極；其中，該電極形成於該陶瓷基板上。

【第11項】一種陶瓷電子元件，其包含：

一陶瓷本體，其具有一第一端及一相對於該第一端的第二端；

複數內電極，其設置於該陶瓷本體內，且相鄰的兩內電極分別與該陶瓷本體的第一端及第二端相接；以及

二外電極，其分別包覆於該陶瓷本體的第一端的表面和第二端的表面上並與該等內電極電連接；該等外電極包含如請求項9所述之電極。

【第12項】如請求項11所述之陶瓷電子元件，其中該等外電極包括二第一外電極、二第二外電極、以及二第三外電極；其中，該等第一外電極係如請求項9所述之電極，該等第一外電極包覆於該陶瓷本體的第一端的表面和第二端的表面上並與該等內電極電連接，且該等第二外電極分別形成於該等第一外電極和該等第三外電極之間。

【第13項】一種陶瓷電子元件之製法，其包括以下步驟：

步驟(a)：齊備一包含複數內電極的陶瓷本體，其中該等內電極設置於該陶瓷本體內，該陶瓷本體具有第一端和相對於該第一端的第二端；

步驟(b)：齊備一如請求項1至8中任一項所述之電極膏；以及

步驟(c)：將該電極膏塗佈於該陶瓷本體的第一端的表面和第二端的表面並進行燒附步驟，以得到該陶瓷電子元件；其中該陶瓷電子元件包含二外電極，該等外電極分別包覆於該陶瓷本體的第一端的表面和第二端的表面上，並與該等內電極電連接。

【第14項】如請求項13所述之陶瓷電子元件之製法，其中，當所述電極膏包含的導電粒子之金屬為銅或銅銀合金時，該步驟(c)於氮氣氣氛中進行燒附步驟，該氮氣氣氛包含不超過100 ppm的氧氣；其中，當所述電極膏包含的導電粒子之金屬為銀時，該步驟(c)於大氣氣氛中進行燒附步驟。

【第15項】如請求項13所述之陶瓷電子元件之製法，其中該步驟(c)的燒附溫度為780°C至1000°C。

【第16項】如請求項13至15中任一項所述之陶瓷電子元件之製法，其中該步驟(c)包括：

步驟(c1)：將該電極膏塗佈於該陶瓷本體的第一端的表面和第二端的表面並進行燒附步驟，以得到二第一外電極；

步驟(c2)：於該等第一外電極上分別鍍上二第二外電極；以及

步驟(c3)：於該等第二外電極上分別鍍上二第三外電極，以得到該陶瓷電子元件；該等外電極包含該等第一外電極、該等第二外電極以及該等第三外電極。

【發明圖式】

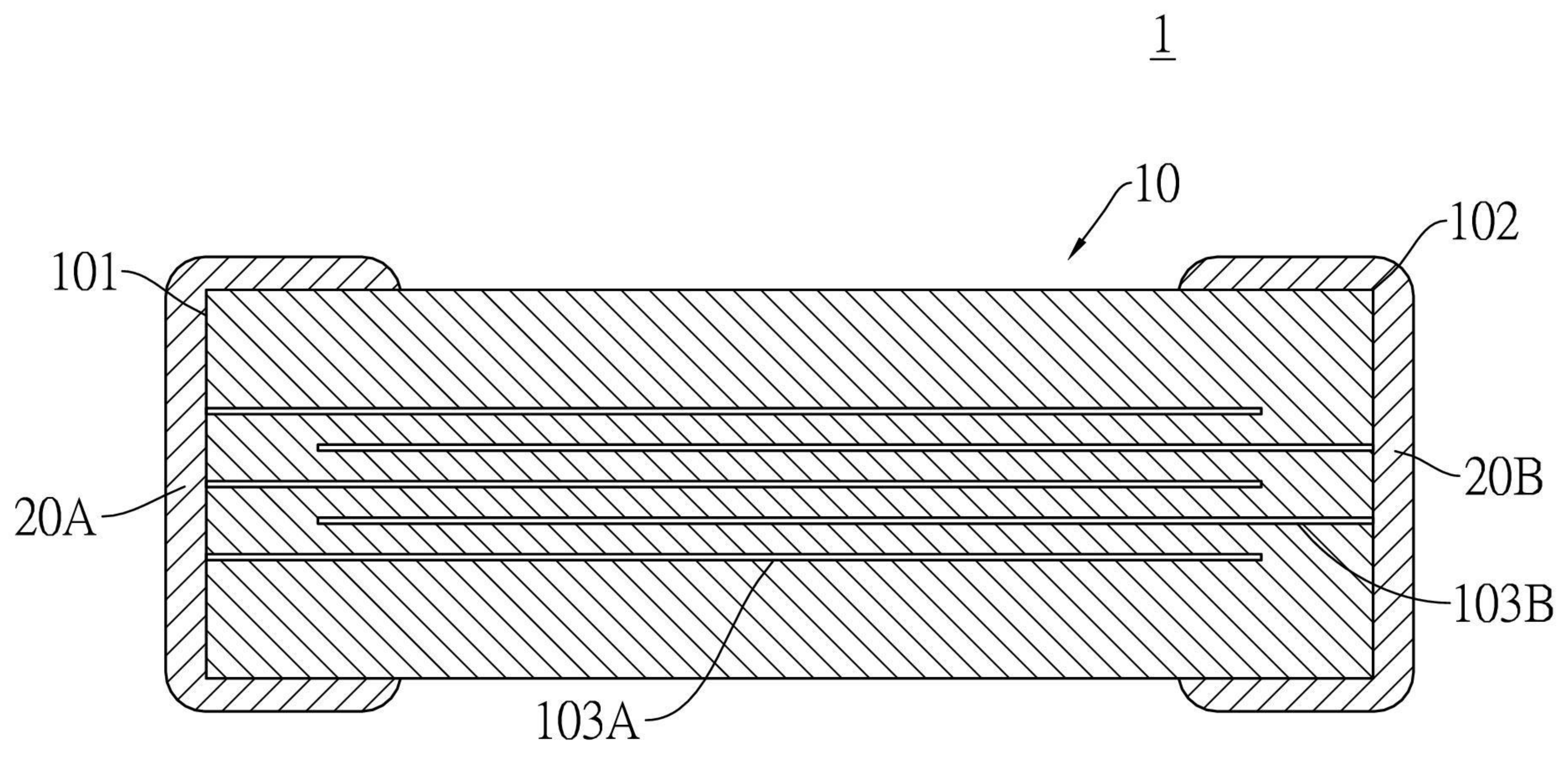


圖 1

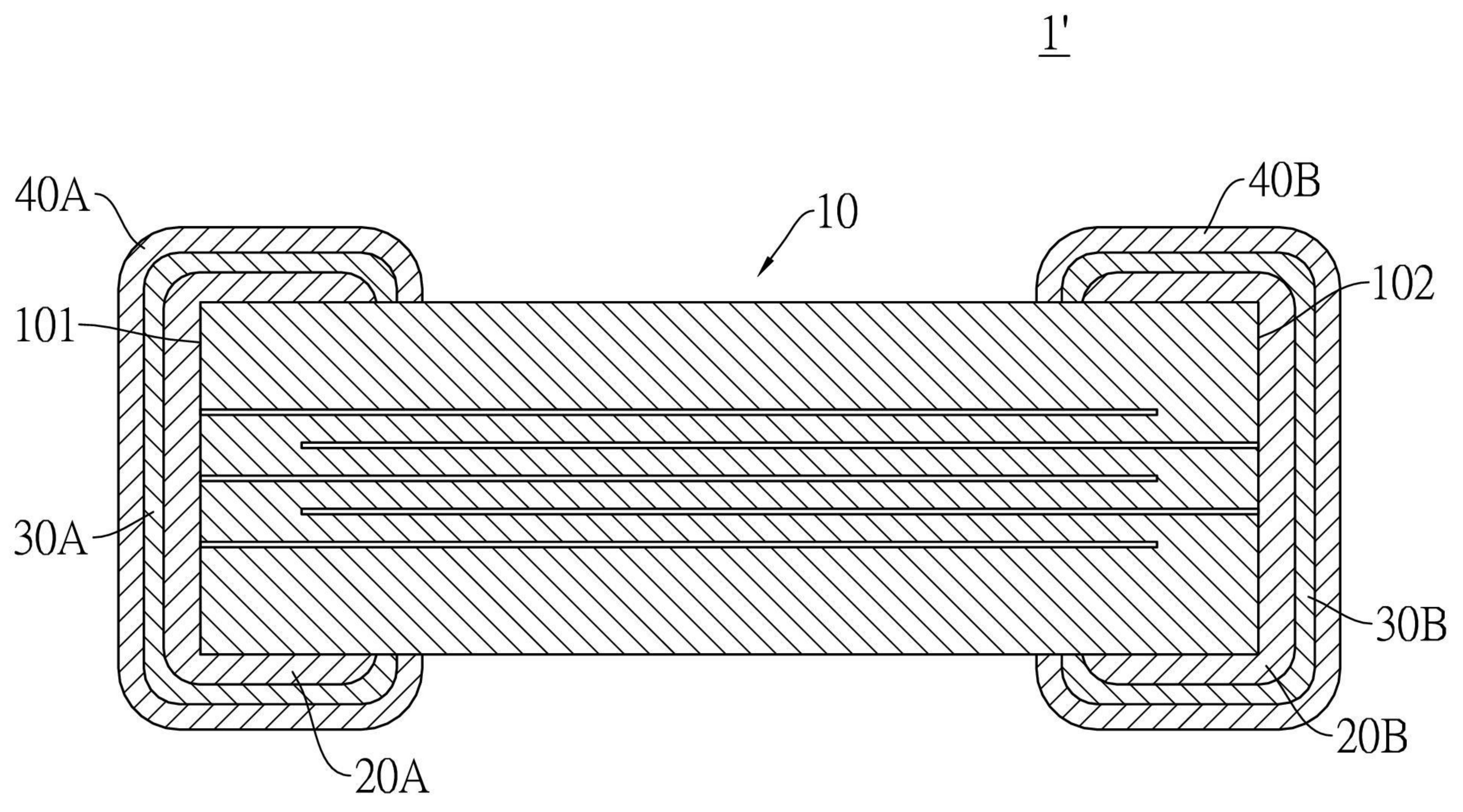


圖 2

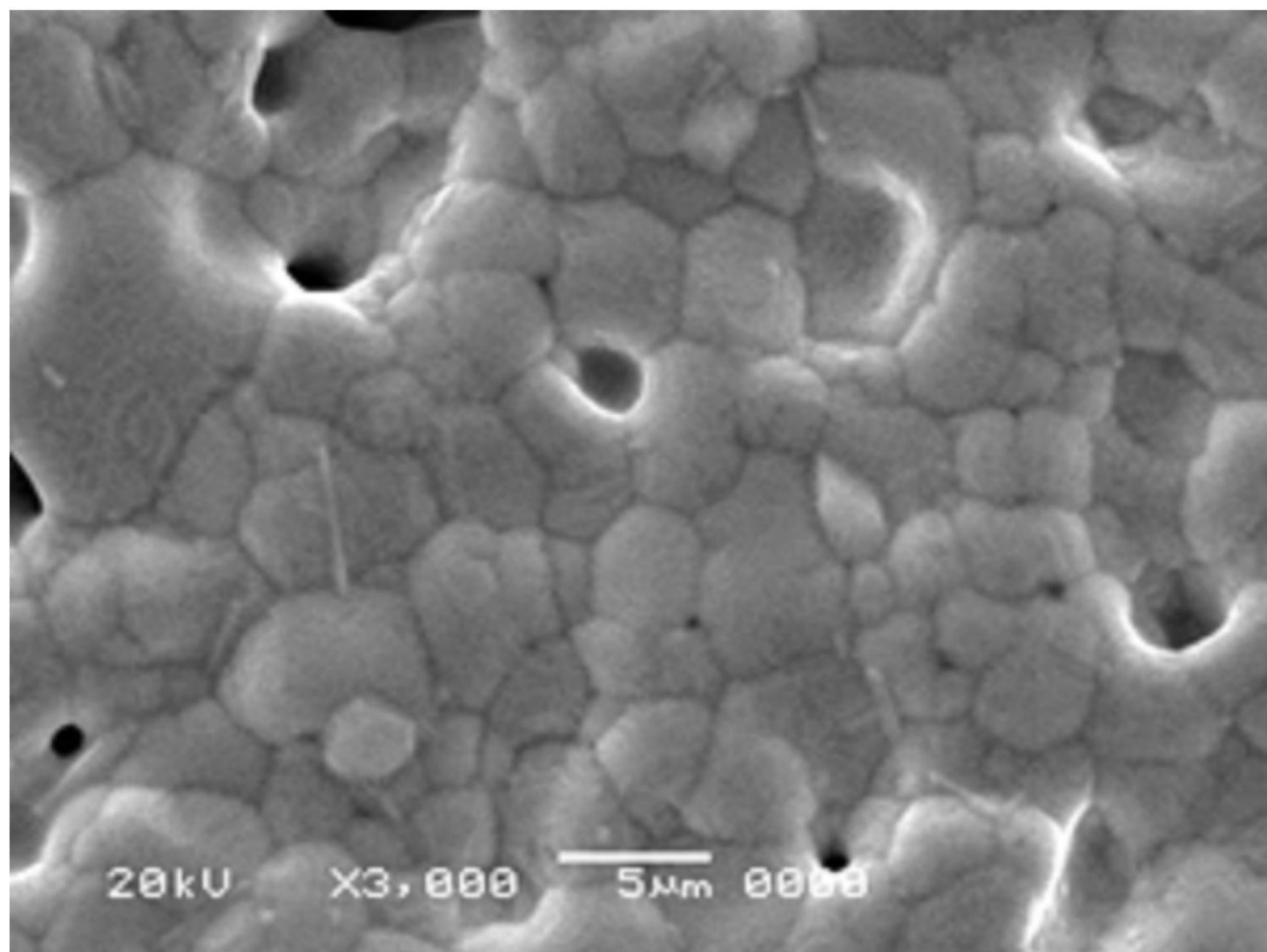


圖 3

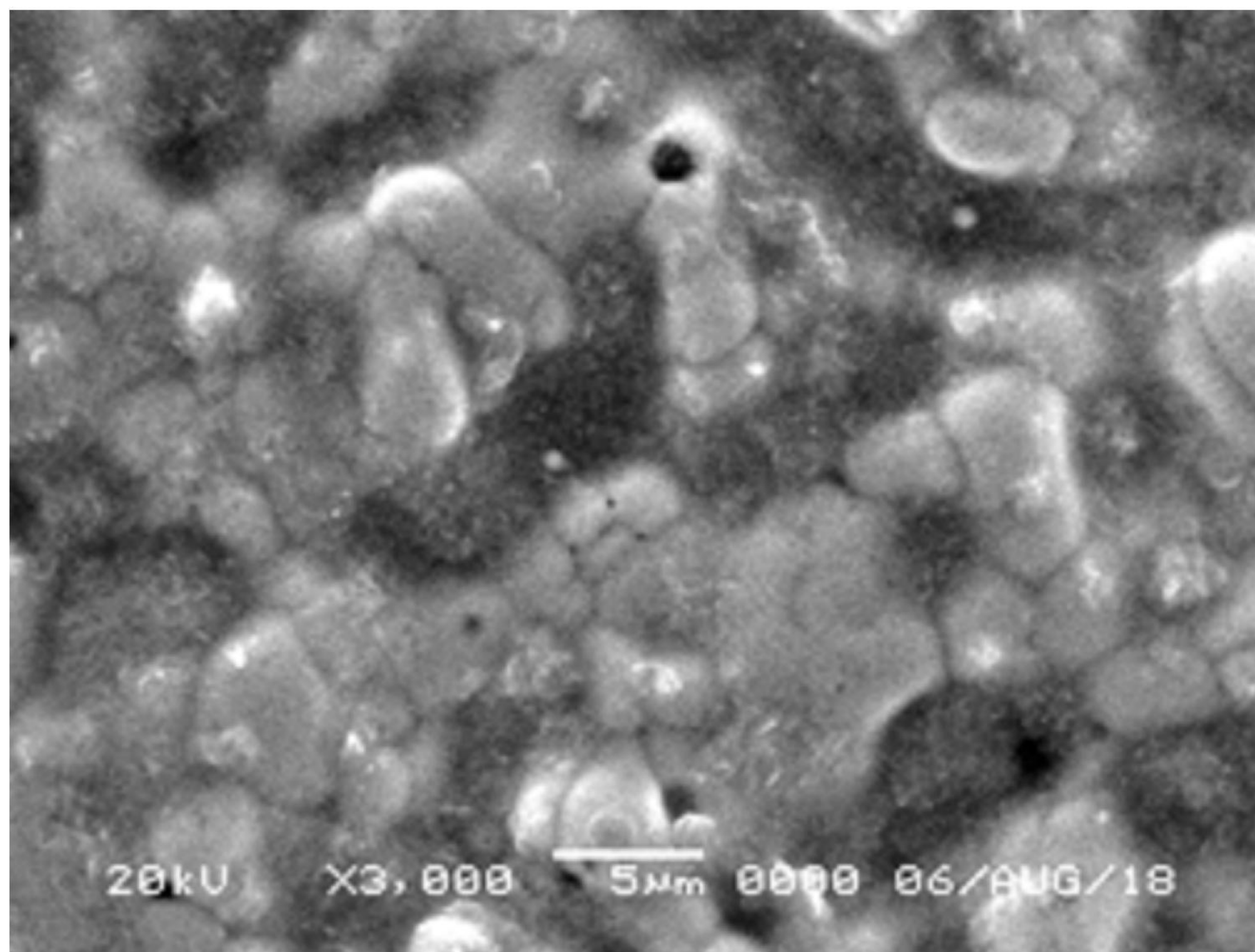


圖 4

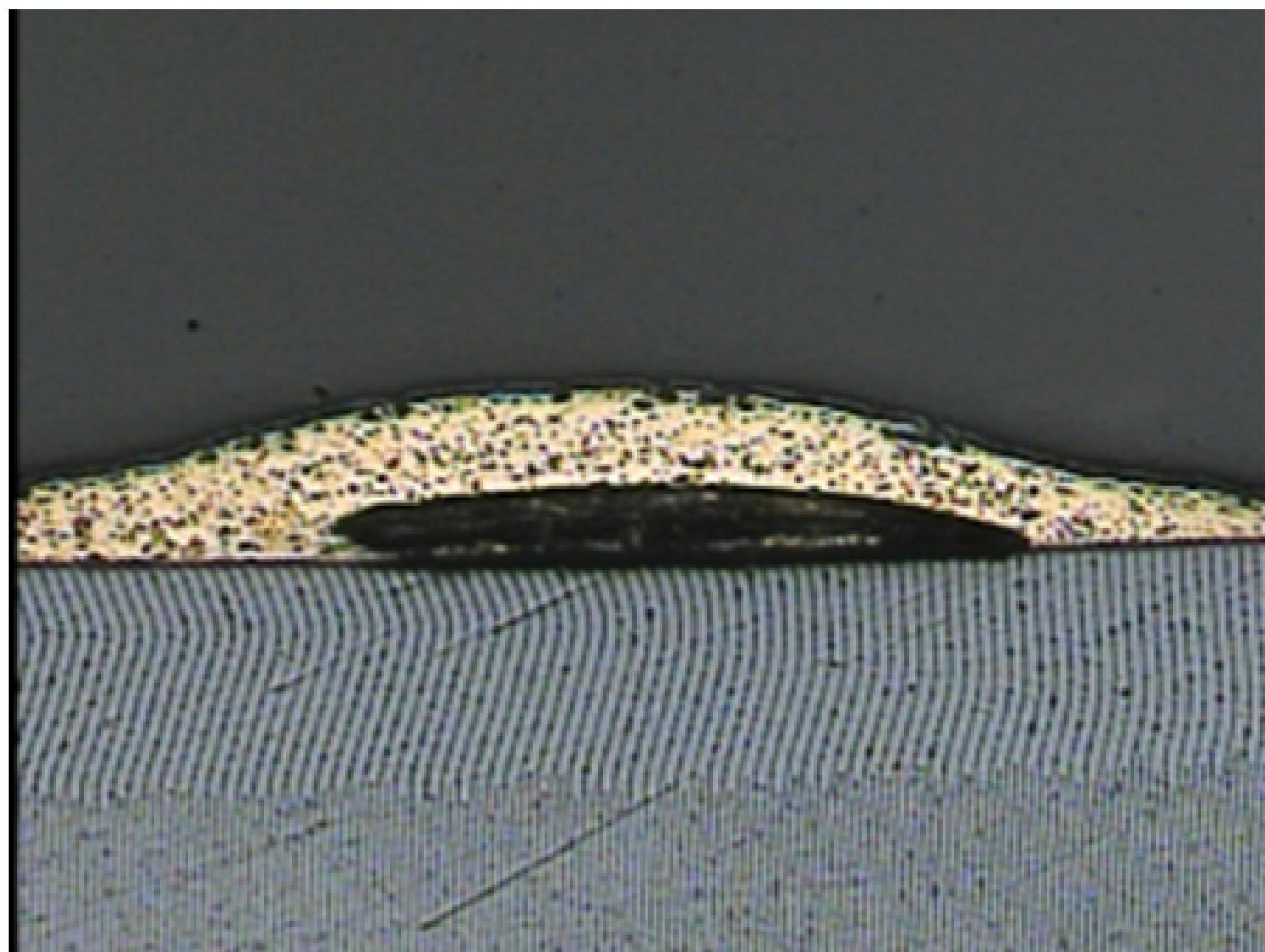


圖 5