

(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
2012年2月2日(02.02.2012)



PCT



(10) 国際公開番号

WO 2012/014835 A1

- (51) 国際特許分類:
F27D 3/12 (2006.01) C22C 29/06 (2006.01)
C04B 35/565 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/066826
- (22) 国際出願日: 2011年7月25日(25.07.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-167311 2010年7月26日(26.07.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本碍子株式会社(NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 Aichi (JP). エヌジーケー・アドレック株式会社(NGK ADREC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5050112 岐阜県可児郡御嵩町美佐野3040番地 Gifu (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 古宮山 常夫(KOMIYAMA Tsuneo) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 堀田 啓之(HOTTA Hi-

royuki) [JP/JP]; 〒5050112 岐阜県可児郡御嵩町美佐野3040番地 エヌジーケー・アドレック株式会社内 Gifu (JP). 松本 信宏(MATSUMOTO Nobuhiro) [JP/JP]; 〒5050112 岐阜県可児郡御嵩町美佐野3040番地 エヌジーケー・アドレック株式会社内 Gifu (JP).

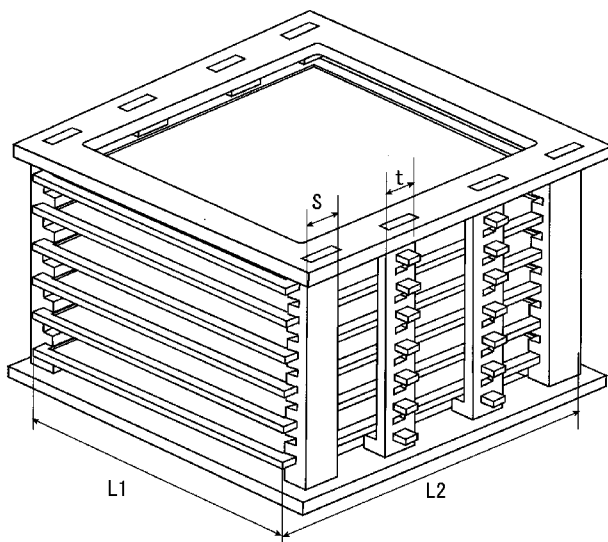
- (74) 代理人: 山本 文夫, 外(YAMAMOTO Fumio et al.); 〒4500002 愛知県名古屋市中村区名駅四丁目2番25号 名古屋ビル東館9階 名嶋・山本・綿貫特許事務所 Aichi (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

[続葉有]

(54) Title: RACK FOR FIRING

(54) 発明の名称: 焼成用ラック

[図2]



(57) Abstract: Provided is a rack for firing which holds a plurality of flat board-like setters at multiple levels in the perpendicular direction by means of a setter holding means, and fires electronic ceramic elements at multiple levels. The setter holding means is composed of a material composed of Si-SiC containing 0.01-30 % of Si or recrystallized SiC or Si₃N₄-SiC, and the setter holding means holds each of the flat board-like setters with 70-100 % of the outer circumferential side surface thereof exposed. Consequently, the rack has excellent energy efficiency, mass-production efficiency, and uniform heating characteristics at each of the multiple levels in the multiple-level firing.

(57) 要約: 複数枚の平板状セッターをセッター保持手段により垂直方向に多段に保持して、電子セラミック素子を多段焼成するための焼成用ラックである。セッター保持手段が、0.01~30%のSiを含有するSi-SiC、再結晶SiC、Si₃N₄-SiCの何れかの材質からなり、該セッター保持手段は、各平板状セッターをその外周側面の70~100%を露出させた状態で保持する。これによりエネルギー効率や量産効率に優れ、かつ、多段焼成における各段の均熱性に優れた焼成用ラックとなる。



(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：焼成用ラック

技術分野

[0001] 本発明は、主に電子セラミック素子の多段焼成に適した焼成用ラックに関するものである。

背景技術

[0002] 一般に電子セラミック素子は、主原料となるセラミックスの微粉体に焼結助材や成形助剤を加えて混合した後、成形により未焼成素子とし、該未焼成素子をセッターと呼ばれるセラミック製の板に載置して焼成炉に装入し、炉内を所定の温度と雰囲気条件に制御しながら焼成して製造される。

[0003] セッターは複数段に積み重ねて使用されるのが通常であり、複数段重ねられるセッター間に、各々空間を形成する構造として、例えば、図9に示すように、上面周縁に突起部8を形成したトレーに、平板状セッターを嵌合させたものを積み重ねていく構造（特許文献1）が開示されている。その他、セッター自体の上面周縁に、段積み能耐えうる強度を確保するように形成された周壁部を形成して皿状とし、この皿状セッターを積層する構造も知られている（特許文献2）。

[0004] しかし、図9に示すようにトレーにセッターを完全に嵌め込んだ構造では、セッターの外周側面がトレーにより覆われてしまう。しかもセッターを段積みしていく場合、突起部8により炉内ガスの流れが阻害されるうえ、最下段のセッターの下面全面が、炉体と、直接或いはトレーを介して接触し、炉体からの熱伝導の影響を大きく受けるため、各段における均熱化が困難であり、例えば、最下段のセッターで熱処理を施された電子セラミック素子は、上段で熱処理を施された電子セラミック素子に比べて、製品の歩留まりが悪いという問題があった。

[0005] また、特許文献2のように周囲に皿状セッターを段積みしていく場合、周壁部により炉内ガスの流れが阻害されるうえ、段積み能耐えうる強度を確保

するように形成された周壁部がセッター全体に対して占める重量や体積が、エネルギー効率や量産効率の高効率化を妨げているという問題があった。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2000-74571号公報

特許文献2：特開2009-227527号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 従って本発明の目的は前記した従来の問題点を解決し、電子セラミック素子を多段焼成する際のエネルギー効率や量産効率に優れ、かつ、多段焼成における各段の均熱性に優れた焼成用ラックを提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するためになされた本発明の焼成用ラックは、複数枚の平板状セッターをセッター保持手段により垂直方向に多段に保持する焼成用ラックであって、該セッター保持手段が、0.01～30%のSiを含有するSi-SiC、再結晶SiC、 Si_3N_4 -SiCの何れかの材質からなり、該セッター保持手段は、各平板状セッターをその外周側面の70～100%を露出させた状態で保持するものであることを特徴とするものである。

[0009] 請求項2記載の発明は、請求項1に記載の焼成用ラックにおいて、セッター保持手段が、セッター保持機構を備えた複数本の垂直支柱と、該垂直支柱の下端部を支持する下端支持枠と、該垂直支柱の上端部を支持する上端支持枠を有し、該セッター保持機構が、垂直支柱の内側面に形成した複数の凹部または凸部、あるいは、平板状セッターを挟んで対面する垂直支柱間に渡した梁、の少なくとも何れかからなることを特徴とするものであり、請求項3に記載のように、垂直支柱が、その4隅の垂直辺を構成する角部垂直支柱、および、該角部垂直支柱間に垂直配置された中間垂直支柱からなるようにしてもよい。

- [0010] 請求項4記載の発明は、請求項1に記載の焼成用ラックにおいて、セッター保持手段が、周辺部に複数の段積み用突起を備えた枠状の平板部材からなり、平板状セッターを保持させた状態で多段に積層されたことを特徴とするものである。
- [0011] 請求項5に記載の発明は、請求項1に記載の焼成用ラックにおいて、セッター保持手段が、複数の段積み用突起を備え対向配置された一对の直線部材と、各段積み用突起の上部凹面間に掛け渡された梁とからなり、これらの梁の上に平板状セッターを保持させた状態で多段に積層されたことを特徴とするものである。
- [0012] なお、セッター保持手段を構成する部材が0.01～30%のSiを含有するSi-SiCからなる場合には、その化学組成はSiC：70～99%、Si：1～30%であり、SiC+Siを100%としてさらにAl：0.01～0.2%、Fe：0.01～0.2%、Ca：0.01～0.2%を含有するものであることが好ましい。請求項11に記載のように、平板状セッターの材質もまた0.01～30%のSiを含有するSi-SiCであることが好ましい。
- [0013] またセッター保持手段を構成する部材が再結晶SiCからなる場合には、その化学組成はSiC：99～100%であり、SiCを100%としてさらにAl：0.01～0.2%、Fe：0.01～0.2%、Ca：0.01～0.2%を含有するものであることが好ましい。
- [0014] またセッター保持手段を構成する部材がSi₃N₄-SiCからなる場合には、その化学組成はSiC：70～80%、Si₃N₄：20～30%であり、SiC+Si₃N₄を100%としてさらにAl：0.1～0.5%、Fe：0.1～0.5%、Ca：0.01～0.2%を含有するものであることが好ましい。

発明の効果

- [0015] 本発明の焼成用ラックは、0.01～30%のSiを含有するSi-SiC、再結晶SiC、Si₃N₄-SiCの何れかの材質からなるセッター保持

手段によって、複数枚の平板状セッターを、その外周側面の70～100%を露出させた状態で保持するものである。これらの材質からなるセッター保持手段は一般的に用いられているアルミナ等に比較して熱輻射率が大きく、しかも平板状セッターの外周側面の70～100%を露出させているため、平板状セッター上の電子セラミック素子に炉内の雰囲気温度を速やかに伝達することができる。従って多段焼成における各段の均熱性に優れる。

[0016] また、これらの材質からなるセッター保持手段は一般的に用いられているアルミナ等に比較して高温条件下における強度が大きく、その分だけ小型軽量化を図ることができる。従って電子セラミック素子を多段焼成する際のエネルギー効率や量産効率に優れる。

[0017] また従来、各セッター間に突起部で空間を形成しながら、セッターを複数段に段積みしていく場合、段積みに耐えうる強度を確保するように形成された突起部が占める重量や体積が、エネルギー効率や量産効率の高効率化を妨げている問題があったが、請求項2の発明の焼成用ラックは、複数本の垂直支柱と、該垂直支柱の下端部を支持する下端支持枠と、該垂直支柱の上端部を支持する上端支持枠を有し、複数枚の平板状セッターを垂直方向で多段に保持するセッター保持機構を備える構造であり、段積みに耐えうる強度を確保するように形成された突起部が不要となり、従来に比べて、エネルギー効率や量産効率の高効率化を図ることができる。

[0018] また、従来、各セッター間に突起部で空間を形成しながら、セッターを複数段に段積みしていく場合、最下段のセッターの下面全面が、炉体と、直接或いはトレーを介して接触し、炉体からの熱伝導の影響を大きく受けるため、例えば、最下段のセッターで熱処理を施された電子セラミック素子は、上段で熱処理を施された電子セラミック素子に比べて製品の歩留まりが悪い等、各段における均熱化が困難である問題があったが、請求項2の発明の焼成用ラックによれば、最下段のセッターの下部面と炉体との間にも空間が形成され、炉体からの熱伝導の影響を低減するとともに、該セッター保持機構は、各平板状セッターの外周側面の70～100%を各垂直支柱の間から露出

させる。これにより、焼結に有害なバインダー分解ガスの排出等、炉内ガスの流れが阻害されにくくなり、各段を構成するセッターへの熱伝達がより均一になるので、各段における均熱化を図ることができる。

[0019] 請求項3の発明によれば、セッターをより安定的に保持することができる。また、特に、中間垂直支柱間に梁を渡す構成によれば、該梁を介して各段のセッターの中央部への熱伝導が行われるため、角部垂直支柱からの熱伝導の影響を受けるセッターの縁部との均熱化を図ることができる。

[0020] 請求項4の発明によれば、セッター保持手段が周辺部に複数の段積み用突起を備えた枠状の平板部材からなり、平板状セッターを保持させた状態で多段に積層した構成としたので、セッター保持手段の熱容量を小さくして電子セラミック素子を多段焼成する際のエネルギー効率や量産効率を高めることができる。また、炉内ガスとの接触性に優れ、多段焼成における各段の均熱性に優れる。

[0021] 請求項5記載の発明によれば、セッター保持手段が複数の段積み用突起を備え対向配置された一对の直線部材と、各段積み用突起の上部凹面間に掛け渡された梁とからなり、これらの梁の上に平板状セッターを保持させた状態で多段に積層した構成としたので、請求項4の発明と同様の効果を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]第1の実施形態の焼成用ラックを示す全体斜視図である。

[図2]平板状セッターを焼成用ラックに挿入した状態を示す斜視図である。

[図3]第1の実施形態の変形例を示す全体斜視図である。

[図4]本発明のセッター保持手段を構成するSi-SiCの熱輻射率のグラフである。

[図5]第2の実施形態の焼成用ラックを示す全体斜視図である。

[図6]平板状セッターを焼成用ラックに挿入した状態を示す側面図である。

[図7]第3の実施形態の焼成用ラックを示す全体斜視図である。

[図8]平板状セッターを焼成用ラックに挿入した状態を示す側面図である。

[図9]従来のセッターを複数段に積み重ねた状態の説明図である。

発明を実施するための形態

[0023] (第1の実施形態)

図1と図2は本発明の第1の実施形態を示すものである。本実施形態の焼成用ラック1は略立方体形状を有し、セッター保持手段は、4隅の垂直辺を構成する4本の角部垂直支柱2と、該4本の角部垂直支柱2(2a、2b、2c、2d)の下端部を支持する略口字状の下端支持枠4と、該4本の垂直支柱2の上端部を支持する略口字状の上端支持枠3から構成されている。図1に示すように、該焼成用ラック1は、平板状セッター7を挿入して使用するものである。

[0024] 各角部垂直支柱2の内側面には、該平板状セッター7の挿入方向に対して平行に水平溝部21が形成され、セッター保持機構を構成している。平板状セッター7は、該水平溝部21位置に挿入されて保持される。該水平溝部21は複数形成されており、各水平溝部21に複数の平板状セッター7を保持させることにより、図2に示すような、多段焼成用焼成治具を構成することができる。このように、ラックに平板状セッターを挿入して多段焼成用焼成治具を構成することにより、従来の各セッター間に突起部で空間を形成しながらセッターを段積みしていく構成に比べて、エネルギー効率や量産効率の高効率化を図ることができる。セッター保持機構の形態は、該水平溝部21に限定されず、その他、角部垂直支柱2の内側面に形成した複数の凹部または凸部、あるいは、平板状セッターを挟んで対面する角部垂直支柱2間に渡した梁等の形状を採用してもよい。

[0025] 本実施形態の焼成用ラック1は、隣接する角部垂直支柱間(2aと2b間、及び、2cと2d間)に垂直配置された中間垂直支柱5(5aと5b)を、平板状セッター7を挟む対面位置に対で備えている。該一对の中間垂直支柱(5aと5b)は、各々の内側面に複数の水平孔部51を有し、平板状セッター7を挟む対面位置で対をなす水平孔部51間には梁6が渡されている。該梁6の高さは、各水平溝部21に保持される平板状セッター7の中央部

を下面から支持するように、配置されている。これにより、セッターをより安定的に保持することができるため、セッターの薄肉化を図ることができる。また、該梁を介して、各段のセッターの中央部への熱伝導が行われるため、角部垂直支柱2からの熱伝導の影響を受けるセッターの縁部との均熱化を図ることができる。ただし、例えば図3に示すように、中間垂直支柱5を備えない焼成用ラック1とすることもできる。

[0026] 各角部垂直支柱2の内側面に形成された水平溝部21に保持された平板状セッター4の外周側面長さを、例えば図2に示すように、 $(L1 + L2) \times 2$ とすると、本実施形態では、角部垂直支柱2の幅sと、中間垂直支柱5の幅tによって被覆される外周側面の割合が、 $\{(s + t) \times 4\} / \{(L1 + L2) \times 2\} \times 100 = 5 \sim 30\%$ となり、平板状セッター4の外周側面の70～95%は、焼成炉内で露出される構造を有している。これにより、各段のセッター全面における良好な炉内ガス流れを確保することができる。

[0027] また、図9に示す従来例のように、各セッター間に突起部8で空間を形成しながら、セッターを複数段に段積みしていく場合、最下段のセッターの下面全面が、焼成炉の炉体と、直接或いはトレーを介して接触し、炉体からの熱伝導の影響を大きく受けるため、例えば、最下段のセッターで熱処理を施された電子セラミック素子は、上段で熱処理を施された電子セラミック素子に比べて製品の歩留まりが悪い等、各段における均熱化が困難である問題があったが、本発明では、複数本の角部垂直支柱2および中間垂直支柱5（以下、垂直支柱という）と、該垂直支柱の下端部を支持する下端支持枠4と、該垂直支柱の上端部を支持する上端支持枠3を有し、該セッター保持機構は、該垂直支柱の内側面に形成した複数の水平溝部21からなる構成を採用することにより、最下段のセッターの下部面と炉体との間にも空間が形成され、炉体からの熱伝導の影響を低減することができる。

[0028] なお、焼成用ラック自体が傾いた際にもセッターを安定保持しておく観点から、垂直支柱2、5の下端部および上端部は、各々、下端支持枠4および上端支持枠3に形成された嵌合部と嵌合して固定され、焼成ラック全体を水

平な床面に対して30度傾斜させた際、下端支持枠に対する垂直支柱の傾斜角度が2°以下であることが好ましい。傾斜角度が2°以上の場合、使用時の振動が大きくなり、焼成時の炉内搬送に伴う振動で焼成物が損傷する問題が生じる危険性があるが、本発明の前記構成によれば、当該問題を効果的に回避することができる。

[0029] 上記のように、本発明の構成によれば、焼成炉の炉体からの熱伝導の影響が低減され、かつ、良好な空気流れが確保にされるため、各段を構成するセッターへの熱伝達がより均一になり、各段における均熱化を図ることができる。

[0030] (セッター保持手段の材質)

本発明の焼成用ラックは通常、不活性ガス雰囲気下で、1300～1450℃程度の高温度条件下で使用される。このため本発明においては、セッター保持手段が0.01～30%のSiを含有するSi-SiC、再結晶SiC、 Si_3N_4 -SiCの何れかの材質から構成される。

[0031] Si-SiCはSiCの粒子間にSiを含浸させたSi含浸SiCと呼ばれる材質である。その化学組成として、SiCを70～99%、Siを1～30%、更に、微量成分として外配で(SiC+Siを100%としてさらに)Alを0.01～0.2%、Feを0.01～0.2%、Caを0.01～0.2%含有することが好ましい。Siの含有率が30%を超えると、強度の低下や熱輻射率の低下を招くので好ましくない。

[0032] また、算術平均による表面粗さが $R_a = 0.1 \sim 30 \mu\text{m}$ 、弾性率が200～400GPa、強度が100～400MPaで、室温における熱伝導率が150～240W/m·K、気孔率が1%以下であることが好ましい。このような、化学組成および物性を有する材質とすることにより、焼成用ラック1の軽量化かつ高強度化および長寿命化を図ることができる。

[0033] このSi-SiCからなるセッター保持手段の熱輻射率は、図4のグラフ中に実線に示すように、波長8 μm で80～100%、波長12 μm で20～40%、波長19 μm で60～80%であることが好ましい。熱輻射率は

、化学組成と表面粗さにより規定することができ、本発明では前記のように、化学組成として、SiCを70～99%、Siを1～30%、更に、微量成分として外配でAlを0.01～0.2%、Feを0.01～0.2%、Caを0.01～0.2%含有する構成を採用し、表面粗さを $R_a = 0.1 \sim 30 \mu m$ 、より好ましくは、 $R_a = 10 \sim 30 \mu m$ とする構成を採用することにより、当該熱輻射率を実現している。なお、図4の破線は、化学組成として、従来のセッターの主成分として一般的に使用されるアルミナを採用した場合の熱輻射率である。図4に示すように、従来のセッターの主成分として一般的に使用されるアルミナに変えてSi-SiCを用いることにより、各構成部材(2、5、3、4)の熱輻射率を高め、炉内における各構成部材(2、3、4)からの輻射熱を効果的に利用してエネルギー効率の高い焼成を可能としている。

[0034] セッター保持手段を構成する各構成部材(2、5、3、4)の表層には、化学組成としてSiO₂を90%以上含有する厚さ1～10 μm の被膜を備えることが好ましい。該被膜により、雰囲気ガスによる各構成部材(2、5、3、4)の反応劣化を抑制し、焼成用ラックの長寿命化を図ることができる。

[0035] 上記したSi-SiCの他に、再結晶SiCまたはSi₃N₄-SiCを用いることもできる。再結晶SiCはSiCの粒子間を再結晶操作により融着させて緻密化したもので、その化学組成はSiC：99～100%である。しかしSiCを100%としてさらにAl：0.01～0.2%、Fe：0.01～0.2%、Ca：0.1～0.2%を微量成分として含有するものである。

[0036] またSi₃N₄-SiCはSi₃N₄をボンドとするSiCであり、Si-SiCよりも更に高温領域での使用に適する。その化学組成はSiC：70～80%、Si₃N₄：20～30%であり、SiC+Si₃N₄を100%としてさらにAl：0.1～0.5%、Fe：0.1～0.5%、Ca：0.01～0.2%を含有するものである。なおこれらの3種類の材質は以下に説明

する第2、第3の実施形態についても同様に採用される。

[0037] なお、平板状セッター7の材質は特に限定されるものではないが、使用温度に耐えるためにはセッター保持手段と同じ材質であることが好ましく、特に0.01～30%のSiを含有するSi-SiCであることが好ましい。この材質は高温強度が大きいため、セッターの薄肉化を図ることができるからである。平板状セッター7の形状は必ずしも平坦な板とする必要はなく、例えばハニカム状としたり、メッシュ状としたりすることも可能である。これらの形状とすれば平板状セッター7を貫通して炉内ガスが流れるので、より均熱化を図ることができる。なお焼成温度が比較的低温である場合には、チタンなどの耐熱金属製のメッシュを採用することもできる。

[0038] (第2の実施形態)

図5と図6は、本発明の第2の実施形態を示すものである。本実施形態の焼成用ラック1は、セッター保持手段が、周辺部に複数の段積み用突起11を備えた枠状の平板部材10からなるものである。図5の実施形態では、長方形の平板部材10は左右両側に四角形の孔12を備え、この部分に平板状セッター7が載せられる。平板部材10の一辺の左右両端と対向する辺の中央部には段積み用突起11が突設され、孔12を囲む位置には段積み用突起11よりも低い位置決め用突起13が突設されている。

[0039] 図6はこのセッター保持手段に平板状セッター7を保持させ、多段に積層した状態の側面図であり、平板状セッター7は点線で表示してある。このようにこの実施形態においても、平板状セッター7の外周側面の70%以上は、焼成炉内で露出される。またその材質は熱輻射率の高いSi-SiC、再結晶SiC、 Si_3N_4 -SiCの何れかであるから、第1の実施形態と同様に優れた均熱性を確保することができる。また、セッター保持手段に平板状セッター7を保持させた上で段積みすることができるので、第1の実施形態に比較して取り扱い性に優れる利点がある。

[0040] (第3の実施形態)

図7と図8は、本発明の第3の実施形態を示すものである。本実施形態の

焼成用ラック 1 は、セッター保持手段が、複数の段積み用突起 15 を備え対向配置された一对の直線部材 16 と、各段積み用突起 15 の上部凹面 17 間に掛け渡された梁 18 とからなるものである。段積み用突起 15 は山型の突起であり、その下側には凹部 19 が形成されている。梁 18 は断面角型の棒状体であり、その両端が段積み用突起 15 の上部凹面 17 に嵌め込まれ、その上に平板状セッター 7 が載せられる。

[0041] 図 8 はこれらの梁 18 の上に平板状セッター 7 を保持させ、多段に積層した状態の側面図であり、平板状セッター 7 は点線で表示してある。図 8 のように下側の凹部 19 は梁 18 の上側に嵌め込まれ、積層状態を安定させる。

[0042] 図 8 に示したように、この実施形態においては、平板状セッター 7 の外周側面の約 100% を焼成炉内で露出させることができる。またその材質は熱輻射率の高い Si-SiC、再結晶 SiC、 Si_3N_4 -SiC の何れかであるから、第 1 の実施形態と同様に優れた均熱性を確保することができる。第 3 の実施形態のものも、セッター保持手段に平板状セッター 7 を保持させた上で段積みすることができるので、第 1 の実施形態に比較して取り扱い性に優れる利点がある。

実施例

[0043]

[表1]

		実施例1	比較例1
セッター形状		150x150x2t	150x150x5t/15h
窯道具		棚組み使用	脚付きセッター
段積み数(段)		15	15
製品歩留り(%)	上段	100	100
	中段	100	97
	下段	100	98
セッター温度差(°C)	上段	2	2
	中段	2	10
	下段	2	6
セッター中央 温度差(°C)	上段	0	0
	中段	-1	-15
	下段	-1	-7

[0044] 本発明の焼成用ラックに、150mm×150mm×2mmの平板状セッターを挿入して、15段積み構造の焼成治具を構成したもの（実施例1）と、150mm×150mm×5mmのセッターで上面周縁に15mmの突起部を有するものを15段に積み上げて構成したもの（比較例1）を使用して、同一の焼成条件下で、セラミックコンデンサーの焼成（1300℃、10時間）を行った。表1には、各段における製品歩留まりを調べた結果（「製品歩留まり（％）」）、各段を構成するセッターの端部と中央部の温度差を測定した結果（「セッター温度差（℃）」）、最上段のセッター中央部の温度と各段を構成するセッター中央部の温度差（「セッター中央温度差（℃）」）を、各々示している。

[0045] 表1に示すように、本発明の焼成用ラックを使用することにより、各段における均熱化を図り、製品歩留まりを向上することができる。

[0046]

[表2]

			実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	比較例2	比較例3	比較例4
基材	主成分比 (wt%)	SiC	70	80	99	100	75	65	-	-
		Si	30	20	1	-	-	35	-	-
		Al2O3	-	-	-	-	-	-	100	85
		SiO2	-	-	-	-	1	-	-	15
		Si3N4	-	-	-	-	24	-	-	-
	微量成分 (wt%)	Al	0.01	0.1	0.2	0.1	0.2	0.01	0.5	0.1
		Fe	0.01	0.01	0.2	0.1	0.2	0.01	0.3	0.1
		Ca	0.01	0.1	0.2	0.1	0.1	0.01	0.3	0.1
	弾性率 (GPa)		210	350	400	200	250	190	300	100
	曲げ強度 (MPa)		100	200	400	80	200	95	100	50
	熱伝導率 (W/m・k)		150	190	240	60	40	140	30	5
	気孔率 (%)		0.7	0.5	0.1	20	10	2	1	20
	輻射率 (%)	6 μm	81	90	99	96	89	70	50	30
		12 μm	22	30	39	35	28	10	5	5
		16 μm	60	70	80	78	68	50	40	40
中段の製品歩留り	(%)		100	100	100	100	100	97	96	96
多段棚組みの寿命	(回)		400	500	450	300	350	60	30	35

[0047] 材質の影響を調べるため、表2に示す各成分比で、本発明の請求項1に係る焼成用ラックを構成し（実施例2～6、比較例2～4）、150mm×150mm×2mmの平板状セッターを挿入して、15段積み構造の焼成治具を構成した。これを使用して、同一の焼成条件下で、セラミックコンデンサの焼成（1300℃、10時間）を行った。表2には、実施例2～6、比較例2～4に係る焼成用ラックの物性（弾性率、曲げ強度、熱伝導率、気孔率、輻射率）を測定した結果、中断の製品歩留まり調べた結果、焼成用ラック自体の寿命（「多段棚組の寿命（回）」）を、各々示している。

[0048] 表2に示す実施例2、3、4は0.01～30%のSiを含有するSi-SiC、実施例5は再結晶SiC、実施例6はSi₃N₄-SiCであり、比較例2はSi含有率が過剰のSi-SiC、比較例3はアルミナ、比較例4はアルミナ-シリカである。表2に示すように、0.01～30%のSiを含有するSi-SiC、再結晶SiC、Si₃N₄-SiCの何れかの材質で請求項1に係る焼成用ラックを構成することにより、製品歩留まりの向上が

よび、焼成用ラックの長寿命化を図ることができる。一方、比較例 2～4 の化学組成を有する部材で、本発明の請求項 1 に係る焼成用ラックを構成した場合、製品歩留まりの悪化とともに、特に棚組み寿命の顕著な低下が観察された。

符号の説明

- [0049]
- 1 焼成用ラック
 - 2 (2 a、2 b、2 c、2 d) 角部垂直支柱
 - 2 1 水平溝部
 - 3 上端支持枠
 - 4 下端支持枠
 - 5 (5 a と 5 b) 中間垂直支柱
 - 5 1 水平孔部
 - 6 梁
 - 7 平板状セッター
 - 8 突起部
 - 1 0 平板部材
 - 1 1 段積み用突起
 - 1 2 四角形の孔
 - 1 3 位置決め用突起
 - 1 5 段積み用突起
 - 1 6 直線部材
 - 1 7 上部凹面
 - 1 8 梁
 - 1 9 凹部

請求の範囲

- [請求項1] 複数枚の平板状セッターをセッター保持手段により垂直方向に多段に保持する焼成用ラックであって、該セッター保持手段が、 $0.01 \sim 30\%$ のSiを含有するSi-SiC、再結晶SiC、 Si_3N_4 -SiCの何れかの材質からなり、該セッター保持手段は、各平板状セッターをその外周側面の $70 \sim 100\%$ を露出させた状態で保持するものであることを特徴とする焼成用ラック。
- [請求項2] セッター保持手段が、セッター保持機構を備えた複数本の垂直支柱と、該垂直支柱の下端部を支持する下端支持枠と、該垂直支柱の上端部を支持する上端支持枠を有し、
該セッター保持機構が、垂直支柱の内側面に形成した複数の凹部または凸部、あるいは、平板状セッターを挟んで対面する垂直支柱間に渡した梁、の少なくとも何れかからなることを特徴とする請求項1に記載の焼成用ラック。
- [請求項3] 垂直支柱が、その4隅の垂直辺を構成する角部垂直支柱、および、該角部垂直支柱間に垂直配置された中間垂直支柱からなることを特徴とする請求項2に記載の焼成用ラック。
- [請求項4] セッター保持手段が、周辺部に複数の段積み用突起を備えた枠状の平板部材からなり、平板状セッターを保持させた状態で多段に積層されたことを特徴とする請求項1に記載の焼成用ラック。
- [請求項5] セッター保持手段が、複数の段積み用突起を備え対向配置された一对の直線部材と、各段積み用突起の上部凹面間に掛け渡された梁とからなり、これらの梁の上に平板状セッターを保持させた状態で多段に積層されたことを特徴とする請求項1に記載の焼成用ラック。
- [請求項6] セッター保持手段を構成する部材が、Si-SiCからなり、その化学組成はSiC： $70 \sim 99\%$ 、Si： $1 \sim 30\%$ であり、SiC+Siを 100% として、さらにAl： $0.01 \sim 0.2\%$ 、Fe： $0.01 \sim 0.2\%$ 、Ca： $0.01 \sim 0.2\%$ を含有することを特

徴とする請求項1～4の何れかに記載の焼成用ラック。

[請求項7] セッター保持手段を構成する部材の熱輻射率が、波長 $8\mu\text{m}$ で80～100%、波長 $12\mu\text{m}$ で20～40%、波長 $19\mu\text{m}$ で60～80%であることを特徴とする請求項6に記載の焼成用ラック。

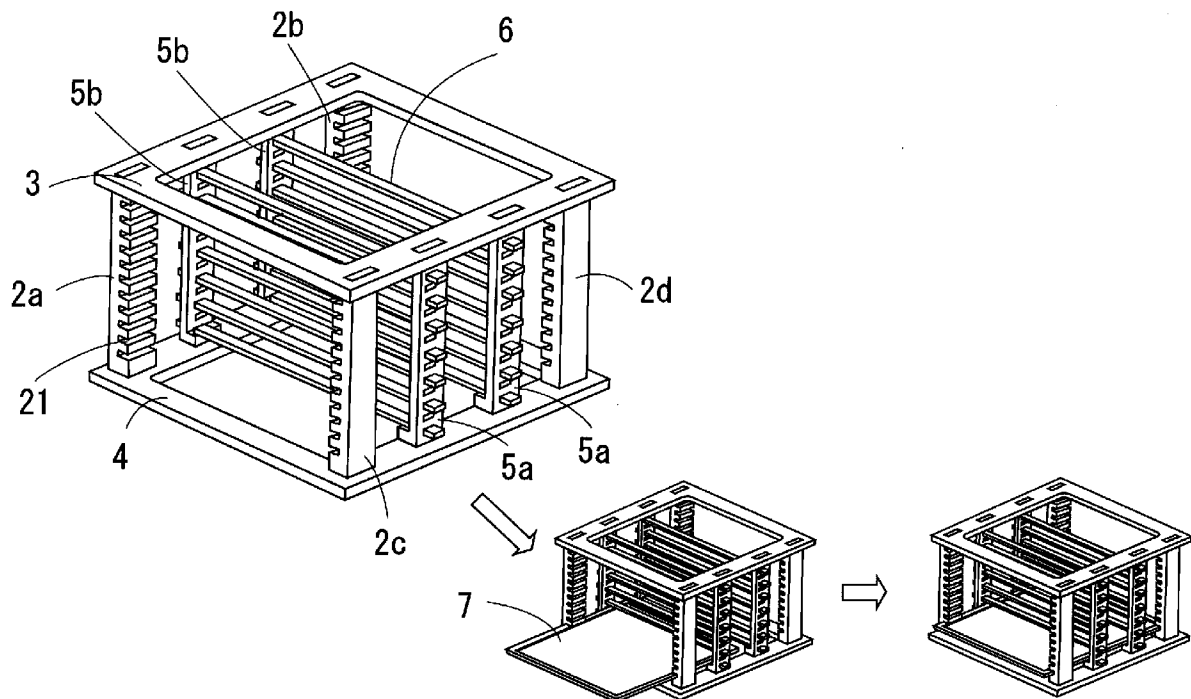
[請求項8] セッター保持手段を構成する部材の算術平均による表面粗さが $R_a = 0.1 \sim 30\mu\text{m}$ 、弾性率が200～400GPa、強度が100～400MPaで、室温における熱伝導率が $150 \sim 240\text{W/m}\cdot\text{k}$ 、気孔率が1%以下であることを特徴とする請求項6又は7に記載の焼成用ラック。

[請求項9] セッター保持手段を構成する部材が再結晶SiCからなり、その化学組成はSiC：99～100%であり、SiCを100%としてさらにAl：0.01～0.2%、Fe：0.01～0.2%、Ca：0.01～0.2%を含有することを特徴とする請求項1～4の何れかに記載の焼成用ラック。

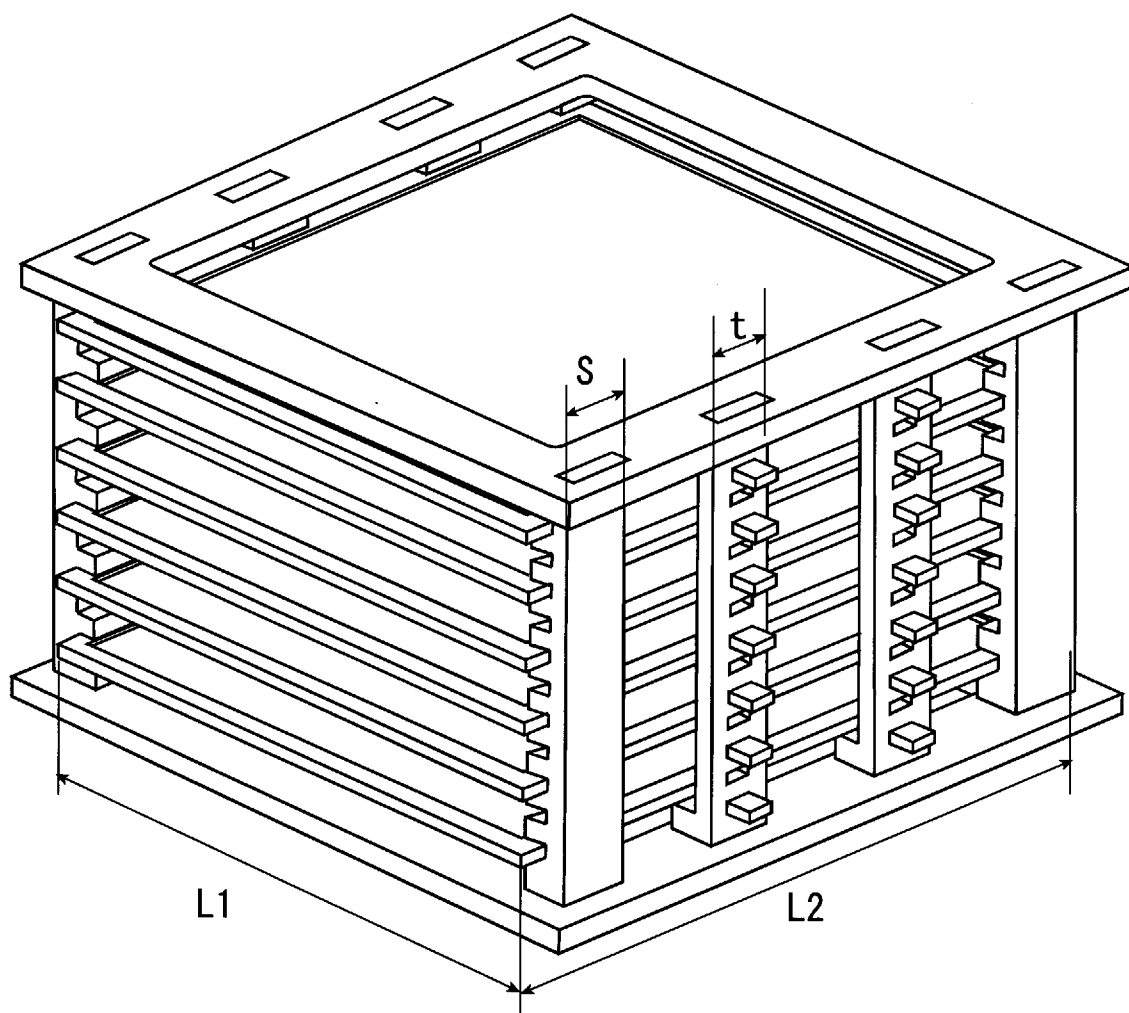
[請求項10] セッター保持手段を構成する部材が Si_3N_4 -SiCからなり、その化学組成はSiC：70～80%、 Si_3N_4 ：20～30%であり、SiC+ Si_3N_4 を100%としてさらにAl：0.1～0.5%、Fe：0.1～0.5%、Ca：0.01～0.2%を含有することを特徴とする請求項1～4の何れかに記載の焼成用ラック。

[請求項11] 平板状セッターの材質が、0.01～30%のSiを含有するSi-SiCであることを特徴とする請求項1～4の何れかに記載の焼成用ラック。

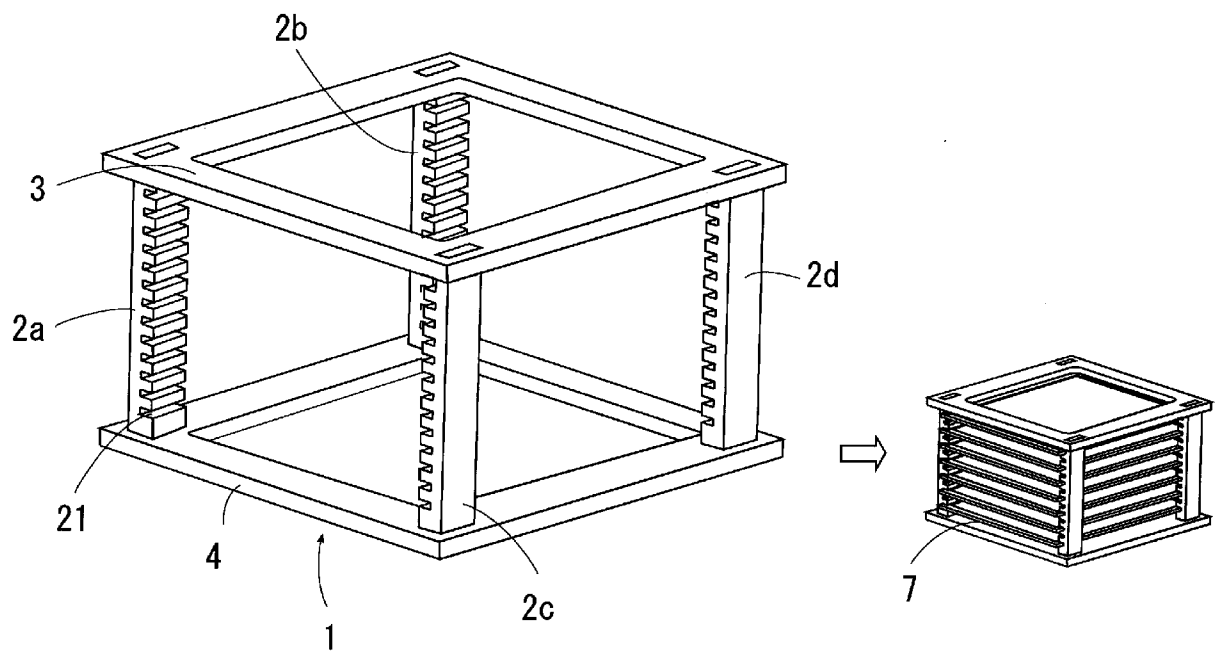
[図1]



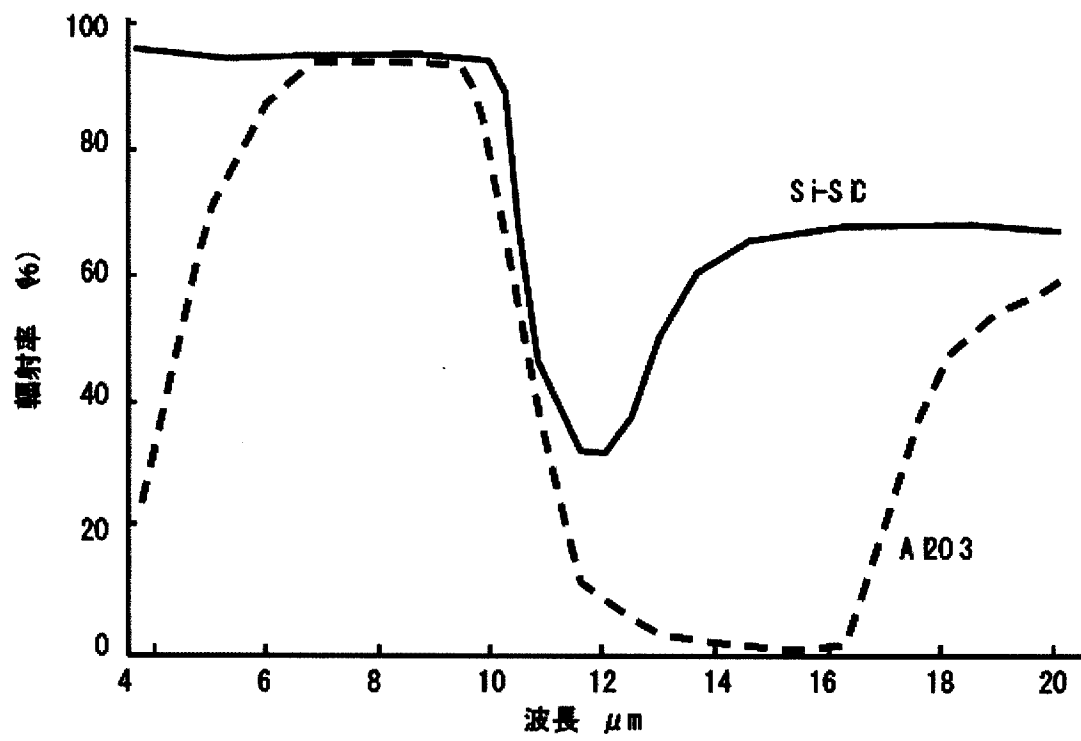
[図2]



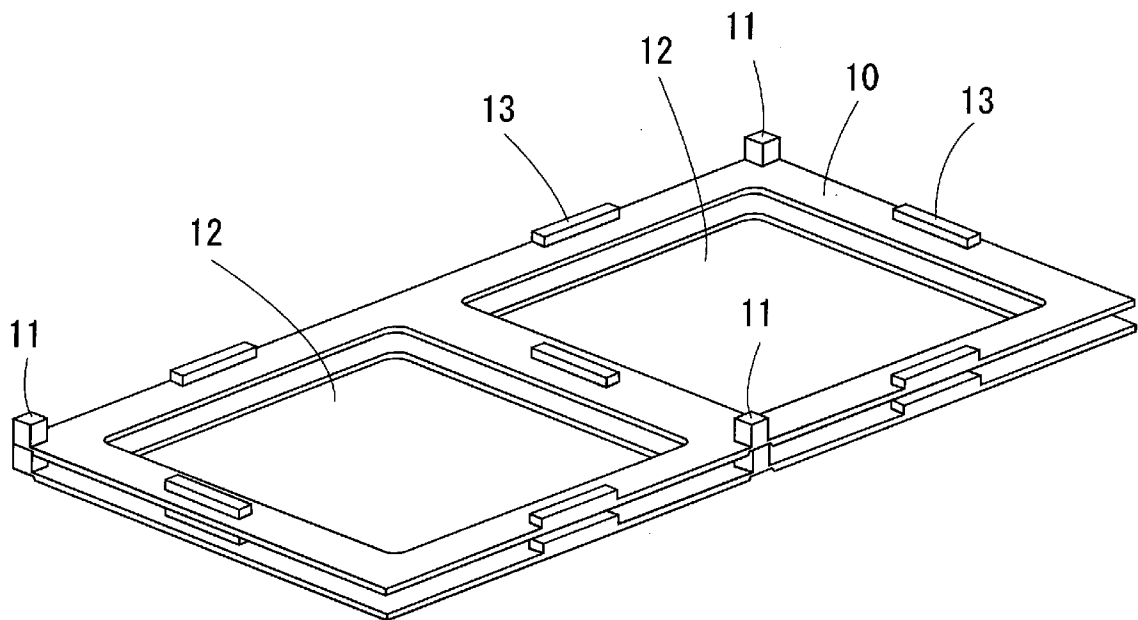
[図3]



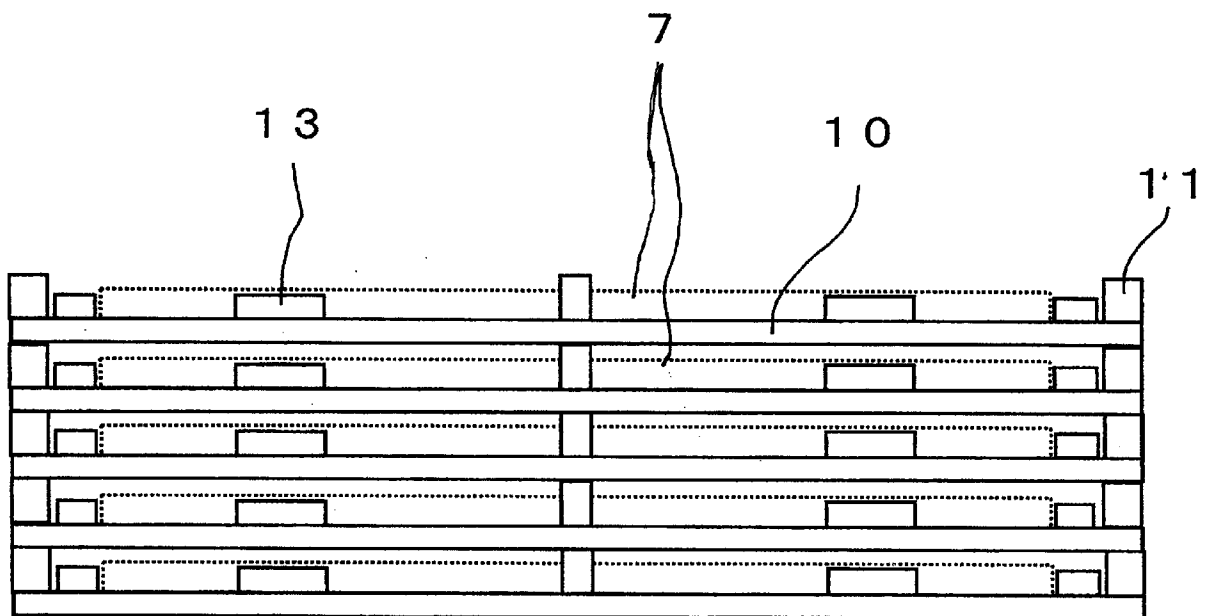
[図4]



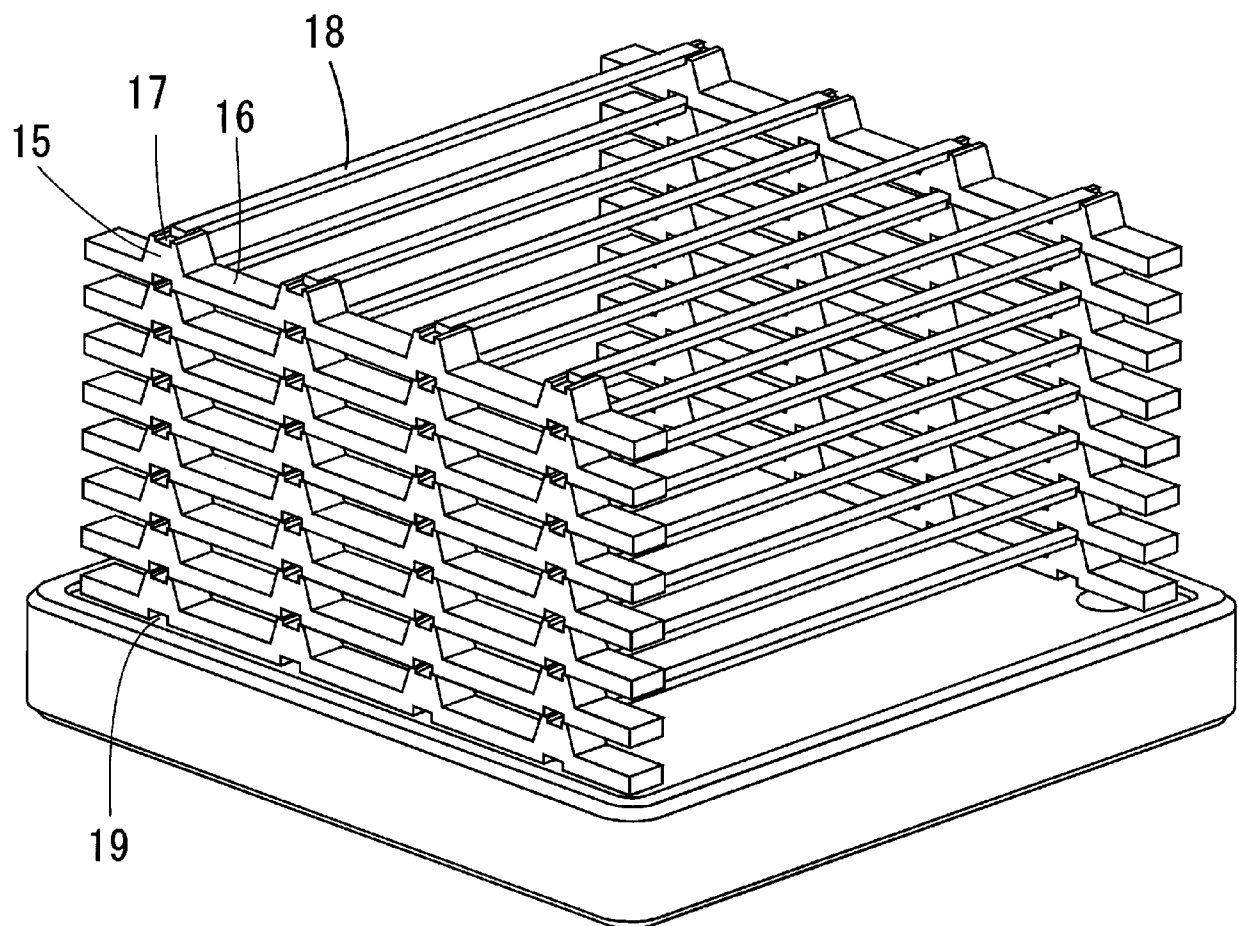
[図5]



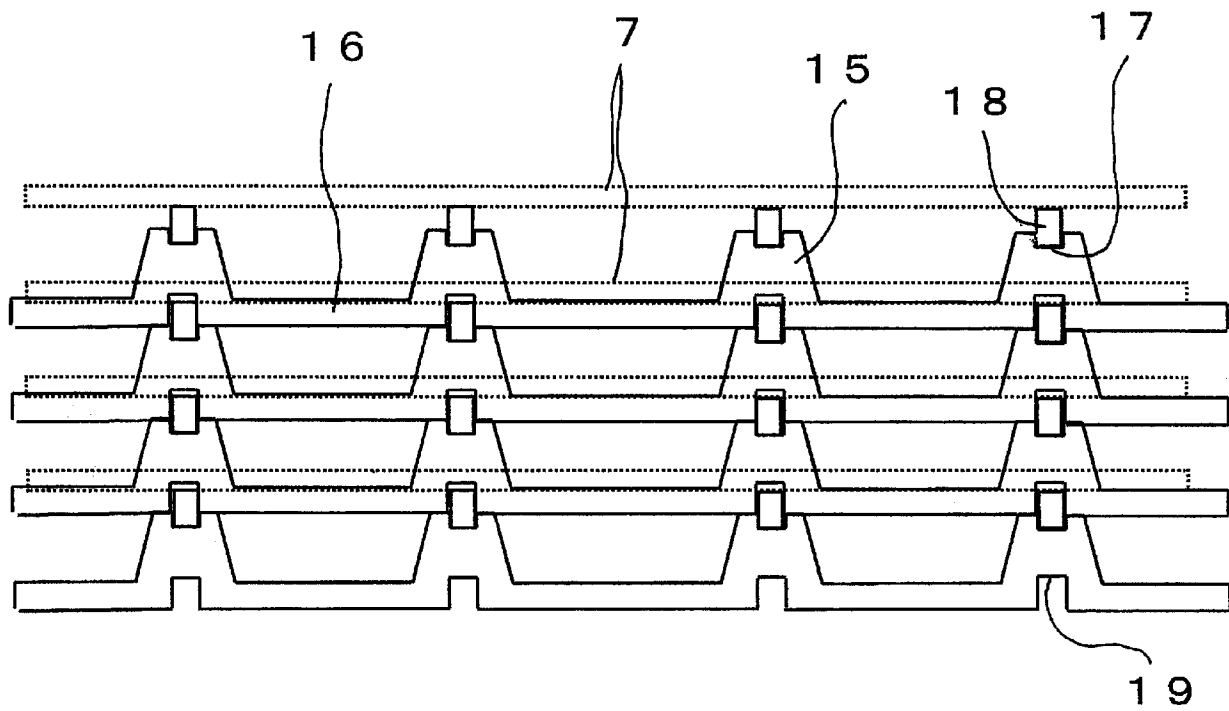
[図6]



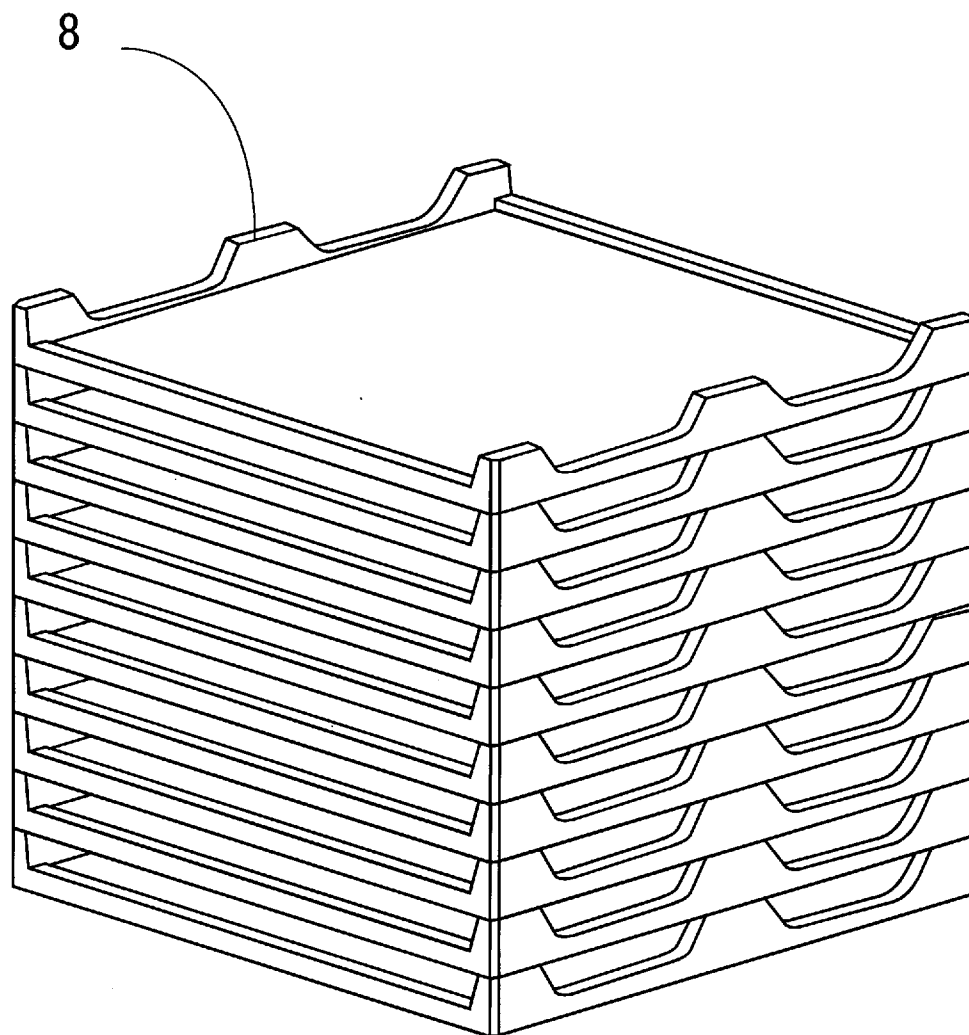
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/066826

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F27D3/12(2006.01)i, C04B35/565(2006.01)i, C22C29/06(2006.01)i

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)

F27D3/12, C04B35/565, C22C29/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
X Y A	JP 10-311686 A (NGK Insulators, Ltd.), 24 November 1998 (24.11.1998), claims; paragraphs [0008], [0014], [0018]; fig. 1, 4 (Family: none)	1-3 5-8, 10, 11 4, 9
X Y A	JP 2001-328870 A (Taiyo Yuden Co., Ltd.), 27 November 2001 (27.11.2001), claim 9; paragraphs [0025], [0026], [0030]; fig. 3, 4 & CN 1332354 A	1, 4 5-8, 10 2, 3, 9, 11
Y A	JP 2003-14378 A (Kabushiki Kaisha Maruju), 15 January 2003 (15.01.2003), claims; paragraphs [0007] to [0010]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1, 5, 6, 10, 11 2-4, 7-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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
12 October, 2011 (12.10.11)

Date of mailing of the international search report
25 October, 2011 (25.10.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/066826

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 6-1660 A (NGK Insulators, Ltd.), 11 January 1994 (11.01.1994), entire text & WO 1993/025859 A1 & US 5840436 A & CN 1081760 A	6-8, 11
Y	JP 7-280207 A (NGK Insulators, Ltd.), 27 October 1995 (27.10.1995), paragraphs [0012], [0013] (Family: none)	7, 8
Y	JP 2005-298311 A (NGK Insulators, Ltd.), 27 October 2005 (27.10.2005), paragraphs [0004], [0026] (Family: none)	7, 8
Y	JP 2005-82450 A (NGK Insulators, Ltd.), 31 March 2005 (31.03.2005), claims; paragraphs [0014] to [0019], [0023] (Family: none)	10
A	JP 2000-319721 A (NGK Insulators, Ltd.), 21 November 2000 (21.11.2000), paragraphs [0022], [0032]; table 1 (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F27D3/12(2006.01)i, C04B35/565(2006.01)i, C22C29/06(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. F27D3/12, C04B35/565, C22C29/06

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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
X Y A	JP 10-311686 A（日本碍子株式会社）1998. 11. 24, 【特許請求の範囲】，【0008】，【0014】，【0018】，【図 1】，【図 4】 （ファミリーなし）	1-3 5-8, 10, 11 4, 9
X Y A	JP 2001-328870 A（太陽誘電株式会社）2001. 11. 27, 【請求項 9】，【0025】，【0026】，【0030】，【図 3】，【図 4】 & CN 1332354 A	1, 4 5-8, 10 2, 3, 9, 11

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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矛盾するものではなく、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

1 2 . 1 0 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 5 . 1 0 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

小谷内 章

4 K

4 6 6 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5

C (続き) . 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 A	JP 2003-14378 A (株式会社丸十) 2003. 01. 15, 【特許請求の範囲】 , 【0007】 - 【0010】 , 【図 1】 - 【図 3】 (ファミリーなし)	1, 5, 6, 10, 11 2-4, 7-9
Y	JP 6-1660 A (日本碍子株式会社) 1994. 01. 11, 全文 & WO 1993/025859 A1 & US 5840436 A & CN 1081760 A	6-8, 11
Y	JP 7-280207 A (日本碍子株式会社) 1995. 10. 27, 【0012】 , 【0013】 (ファミリーなし)	7, 8
Y	JP 2005-298311 A (日本碍子株式会社) 2005. 10. 27, 【0004】 , 【0026】 (ファミリーなし)	7, 8
Y	JP 2005-82450 A (日本碍子株式会社) 2005. 03. 31, 【特許請求の範囲】 , 【0014】 - 【0019】 , 【0023】 (ファミリーなし)	10
A	JP 2000-319721 A (日本碍子株式会社) 2000. 11. 21, 【0022】 , 【0032】 , 【表 1】 (ファミリーなし)	1-11