

(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
2022年6月23日(23.06.2022)



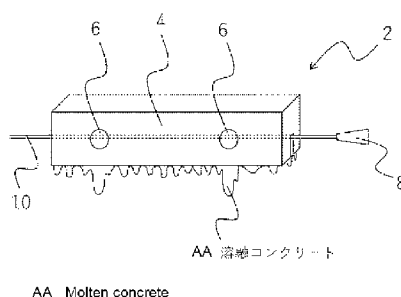
(10) 国際公開番号

WO 2022/131206 A1

- (51) 国際特許分類:
B26F 3/16 (2006.01) *B23K 26/38* (2014.01)
B28D 1/22 (2006.01) *E04G 23/08* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/045807
- (22) 国際出願日: 2021年12月13日(13.12.2021)
- (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 2020-210182 2020年12月18日(18.12.2020) JP
- (71) 出願人: 国立研究開発法人海洋研究開発機構 (JAPAN AGENCY FOR MARINE-EARTH SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒2370061 神奈川県横須賀市夏島町2番地15 Kanagawa (JP). 東電設計株式会社 (TOKYO ELECTRIC POWER SERVICES CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1350062 東京都江東区東雲一丁目7番12号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 川人 洋介 (KAWAHITO Yousuke); 〒2370061 神奈川県横須賀市夏島町2番地15 国立研究開発法人海洋研究開発機構内 Kanagawa (JP). 堀 宗朗 (HORI Muneo); 〒2370061 神奈川県横須賀市夏島町2番地15 国立研究開発法人海洋研究開発機構内 Kanagawa (JP). 嶋根 康弘 (SHIMANE Yasuhiro); 〒2370061 神奈川県横須賀市夏島町2番地15 国立研究開発法人海洋研究開発機構内 Kanagawa (JP). 松井 洋平 (MATSUI Youhei); 〒2370061 神奈川県横須賀市夏島町2番地15 国立研究開発法人海洋研究開発機構内 Kanagawa (JP). 亀田 敏弘 (KAMEDA Toshihiro); 〒2370061 神奈川県横須賀市夏島町2番地15 国立研究開発法人海洋研究開発機構内 Kanagawa (JP). マッデゲダ ラリット ウィジャラトネ (MADDEGEDARA Lalith Wijerathne); 〒2370061 神奈川県横須賀市夏島町2番地15 国立研究開発法人海洋研究開発機構内 Kanagawa (JP). 吉田 洋之 (YOSHIDA Hiroyuki); 〒1350062 東京都江東区

(54) Title: METHOD FOR CUTTING CONCRETE MEMBER

(54) 発明の名称: コンクリート部材の切断方法



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an easy-to-use and efficient method for cutting a concrete member, in particular, a method that is for cutting a reinforced concrete member, that makes it easy to increase cutting depth and cutting width, and that is low in cutting cost. To achieve the purpose, the present invention provides a method for cutting a concrete member through irradiation of the concrete member with laser, the method being characterized in that: the concrete member includes a steel material; concrete is melted by scanning laser thereon to form a cutting region; the steel material is heated by means of laser to a temperature that causes progression of self-burning of the steel material; and the melting of the concrete is expedited by heat generation from said self-burning.

東雲一丁目7番12号 東電設計株式会社内
Tokyo (JP). 太田 孝平(OTA Kohei); 〒1350062
東京都江東区東雲一丁目7番12号 東電設
計株式会社内 Tokyo (JP). 中田 達也(NAKADA
Tatsuya); 〒1350062 東京都江東区東雲一丁目
7番12号 東電設計株式会社内 Tokyo (JP). 間
瀬 辰也(MASE Tatsuya); 〒6310024 奈良県奈良
市百楽園1-9-4 7-201 Nara (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 I P R コンサルタント
(IPR CONSULTANT PPC); 〒5300001 大阪府
大阪市北区梅田1丁目12番12号 東京
建物梅田ビル10階 Osaka (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 本発明は、コンクリート部材の簡便かつ効率的な切断方法であって、特に、切断深さと切断幅の増加が容易で、切断コストが低い鉄筋コンクリート部材の切断方法を提供することを目的とする。かかる目的のため、本発明は、レーザを照射することでコンクリート部材を切断する方法であって、コンクリート部材は鋼材を含み、レーザの走査によってコンクリートを溶融させて切断領域を形成し、レーザによる加熱によって鋼材をセルフバーニングが進行する温度まで昇温し、当該セルフバーニングによる発熱でコンクリートの溶融を促進させること、を特徴とするコンクリート部材の切断方法を提供する。

明 細 書

発明の名称：コンクリート部材の切断方法

技術分野

[0001] 本発明はコンクリート部材の切断方法に関し、より具体的には、鉄筋コンクリート部材の効率的な切断方法に関する。

背景技術

[0002] レーザビームには質量が無いため、レーザ加工は基本的に無騒音かつ無振動で行うことができ、金属材料の加工及び溶接等のみならず、コンクリート材への処理についても注目され、建築分野への適用可能性についての調査が開始されている。

[0003] 例えば、特許文献１（特開２０１７－２５６３１号公報）では、切断後のコンクリート部材の姿勢を容易に維持することができる構造物の解体方法を提供することを目的として、複数のコンクリート部材が組み合わせられた構造物を解体する構造物の解体方法であって、レーザ装置からレーザを照射することによってコンクリート部材を切断する切断工程を備え、当該切断工程において、レーザ装置は、コンクリート部材を斜め上方に向かって切断すると共に、切断面における一部の領域に非切断部を形成する、構造物の解体方法、が提案されている。

[0004] 上記特許文献１に記載の構造物の解体方法においては、斜めの切断面を形成することができ、当該斜めの切断面で切断後のコンクリート部材を支持して、姿勢を維持することができる、とされている。また、切断工程において、レーザ装置は、切断面における一部の領域に非切断部を形成し、当該非切断部で切断面の隙間を支持することによって、コンクリート部材を斜め上方に切断する際に切断面の隙間が塞がれて切断が妨げられることを抑制し、容易に切断を行うことができる、とされている。更に、レーザを用いる場合、他の切断方法に比して、切断面に非切断部を容易に形成することができる、とされている。

[0005] また、特許文献2（特開2018-171628号公報）では、コンクリート構造物のレーザ切断に関して、溶融物の除去性を高めてレーザ切断を良好に行うことを目的として、対象物をレーザ切断するレーザ切断装置であって、対象物の切断部位に対してレーザ光を照射するレーザノズルと、レーザ光により切断部位の対象物が溶融することで生成される溶融物にアシストガスを吹き付けるアシストガス吹付部と、溶融物にレーザ光を照射させて溶融物を加熱するレーザ加熱部と、を備えるレーザ切断装置、が提案されている。

[0006] 上記特許文献2に記載のレーザ切断装置においては、レーザノズルから照射されたレーザ光によって溶融した溶融物は、ガス吹付部から吹き付けられるアシストガスによって温度が低下するが、当該溶融物に対してレーザ加熱部でレーザ光を照射することで、溶融物が加熱され、溶融物の流動性が低下するのを抑えることができる、とされている。また、レーザノズルを切断方向後方に移動させてレーザ光を溶融物に照射することで、溶融物を加熱して流動性の低下を抑えることができ、レーザノズルをレーザ加熱部として機能させることで、レーザ加熱部を別途設ける必要が無い、とされている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2017-25631号公報

特許文献2：特開2018-171628号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、上記特許文献1に記載の構造物の解体方法は、切断後のコンクリート部材の姿勢を維持するものであり、コンクリート部材を効率的に切断することを目的としたものではない。また、コンクリート部材の切断方向も限定されてしまう。更に、上記特許文献2に記載のレーザ切断装置は、レーザ照射による溶融物の再加熱によって流動性を担保して切断を行うもの

であるが、再加熱した場合であっても溶融コンクリートの粘度は比較的高く、十分な切断効率や切断深さを得ることは極めて困難である。

[0009] 以上のような従来技術における問題点に鑑み、本発明の目的は、コンクリート部材の簡便かつ効率的な切断方法であって、特に、切断深さと切断幅の増加が容易で、切断コストが低い鉄筋コンクリート部材の切断方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明者は上記目的を達成すべく、レーザを用いたコンクリート部材の切断方法について鋭意研究を重ねた結果、補強材として鋼材を用いたコンクリート部材において、当該鋼材のセルフバーニングによる発熱を活用すること等が極めて重要であるということを見出し、本発明に到達した。即ち、本発明のコンクリート部材の切断方法は、鋼材のレーザ切断においては避けるべきセルフバーニング現象を活用して、コンクリート部材を効率的に切断するものである。

[0011] 即ち、本発明は、
レーザを照射することでコンクリート部材を切断する方法であって、
前記コンクリート部材は鋼材を含み、
前記レーザの走査によってコンクリートを溶融させて切断領域を形成し、
前記レーザによる加熱によって前記鋼材をセルフバーニングが進行する温度まで昇温し、
前記セルフバーニングによる発熱で前記コンクリートの溶融を促進させること、
を特徴とするコンクリート部材の切断方法、を提供する。

[0012] 本発明のコンクリート部材の切断方法においては、レーザの照射を利用してコンクリートを溶融させることに加えて、コンクリート部材に含まれる鋼材のセルフバーニングによる発熱でコンクリートの溶融を促進することが最大の特徴となっている。セルフバーニングを進行させるための鋼材の昇温は、レーザの照射によって容易に達成することができる。

[0013] 鋼材のレーザ切断におけるセルフバーニング現象とは、鋼材とアシストガス（酸素）とが過剰に反応して、レーザ照射部だけではなく、アシストガス（酸素）を噴きつけている範囲まで切溝が大きくなり、切断面の粗さが著しく低下する現象である。これに対し、本発明のコンクリート部材の切断方法における「セルフバーニング」はアシストガスの使用が必須ではなく、レーザ照射による昇温によって、鋼材と酸素とが反応して発熱する現象を広く含むものである。即ち、セルフバーニング現象を促進するためには酸素を含むアシストガスを用いることが好ましいが、酸素を含むアシストガスを用いない場合であっても、例えば、大気中の酸素によってセルフバーニング現象が進行してもよい。

[0014] 鋼材をレーザ切断する際のセルフバーニング現象は、レーザによる入熱の過剰や鋼材のコーナー部等の蓄熱されやすい領域で進行しやすい。ここで、本発明のコンクリート部材の切断方法においては、鋼材は熱伝導率の低いコンクリート材に囲まれており、鋼材のセルフバーニングが発現しやすい状況となっている。加えて、レーザを用いてコンクリート部材を切断する場合、高融点材料であるコンクリート領域を溶融させる必要があることから、鋼材をレーザ切断する場合と比較するとレーザ走査速度が遅くなる。即ち、鋼材にとっては入熱過剰の状態となる条件設定となることから、効率的にセルフバーニングを活用することができる。

[0015] 鋼材のセルフバーニングが進行すると、当該発熱によってコンクリート領域の溶融が促進されるため、鋼材近傍のコンクリート材の溶融が顕著になる。その結果、鋼材近傍からの溶融コンクリート部材の流出量が増加するため、切断中における溶融コンクリートの排出状況から鋼材のセルフバーニングの有無を容易に確認することができる。

[0016] コンクリート部材に含まれる鋼材の種類及び形状は、本発明の効果を損なわない限りにおいて特に限定されず、従来公知の種々の鋼材及びその形状とすることができるが、一般的に使用されている鉄筋コンクリートや鉄筋鉄骨コンクリートであれば、本願発明のコンクリート部材の切断方法によって効

率的に切断することができる。

[0017] また、本発明のコンクリート部材の切断方法においては、前記レーザの側面を用いて前記切断領域を形成すること、が好ましい。コンクリート部材の端面にレーザの焦点を合わせてスポット状にレーザを照射した場合、当該照射領域からコンクリート部材が溶融し、溶融コンクリートが流れ出ることによって点状の凹部が形成される。その後、当該凹部を深さ方向及び／又は幅方向に拡大することでコンクリート部材を切断することができるが、粘度の高い溶融コンクリートの除去は容易ではなく、切断プロセスとしても円滑ではない。これに対し、レーザの側面を用いてコンクリート部材をスライスするように切断することで、溶融コンクリートの除去を効率的に行うことができることに加え、長い切断線を一度に形成することができる。

[0018] また、本発明のコンクリート部材の切断方法においては、前記コンクリート部材の外周面から切断を開始すること、が好ましい。コンクリート部材の外周面から切断を開始することで、コンクリート部材の外周面に広い開口部が形成され、当該開口部から溶融コンクリートが効率的に排除されることで円滑に切断を進めることができる。

[0019] また、本発明のコンクリート部材の切断方法においては、切断開始位置において前記レーザの側面をコンクリート部材の外周面に当接させ、前記レーザの全周に前記コンクリートの溶融領域が形成されるまで前記レーザの位置を固定すること、が好ましい。レーザの側面をコンクリート部材の外周面に当接させた状態で、当該レーザの全周にコンクリートの溶融領域を形成させることで、レーザのエネルギーを十分に活用することができる。

[0020] また、本発明のコンクリート部材の切断方法においては、前記コンクリート部材の底面の少なくとも一部が前記切断開始位置に含まれること、が好ましい。切断開始時において、コンクリート部材の底面の少なくとも一部に切断領域を設けることによって、重力によって溶融コンクリートを効率的に排出させることができる。

[0021] また、本発明のコンクリート部材の切断方法においては、前記レーザを前

記コンクリート部材の重力方向下側から重力方向上側に向かって走査することで切断領域を形成し、重力によって前記切断領域から熔融コンクリートを排出すること、が好ましい。レーザをコンクリート部材の重力方向下側から重力方向上側に向かって走査して切断領域を形成することで、レーザによって熔融したコンクリートは順次重力方向下向きに排出され、極めて効率的に切断を達成することができる。

[0022] また、本発明のコンクリート部材の切断方法においては、前記レーザの走査方向を略鉛直方向とすること、が好ましい。レーザの走査方向を略鉛直方向とすることで、熔融コンクリートを排出する観点において、重力を最大限に活用することができる。

[0023] また、本発明のコンクリート部材の切断方法においては、所望の切断速度や被接合材の大きさや材質等に応じてレーザの出力やパワー密度を適宜設定すればよいが、レーザのビーム径に応じて適当な値以上のパワー密度を設定することが好ましい。より具体的には、照射領域におけるビーム形状が略円形の場合、ビーム半径が1.2 mmの場合は3.5 kW/mm²以上のパワー密度、ビーム半径が2.2 mmの場合は1.0 kW/mm²以上のパワー密度、ビーム半径が3.2 mmの場合は0.5 kW/mm²以上のパワー密度、ビーム半径が4.2 mmの場合は0.3 kW/mm²以上のパワー密度、ビーム半径が5.2 mmの場合は0.2 kW/mm²以上のパワー密度とすることが好ましい。パワー密度をこれらの値とすることで、コンクリート部材を効率的に熔融させることができる。

[0024] 更に、本発明のコンクリート部材の切断方法においては、使用するレーザの出力やパワー密度、被接合材の大きさや材質等に応じてレーザの走査速度を適宜設定すればよいが、レーザの走査速度は5～50 mm/minとすることが好ましい。レーザの走査速度を5 mm/min以上とすることで、コンクリート部材の切断に関する実用的な切断速度を確保することができ、50 mm/min以下とすることで、セルフバーニングの進行及び熔融コンクリートの排出を促進することができる。

発明の効果

[0025] 本発明のコンクリート部材の切断方法においては、コンクリート部材の簡便かつ効率的な切断方法であって、特に、切断深さと切断幅の増加が容易で、切断コストが低い鉄筋コンクリート部材の切断方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明のコンクリート部材の切断方法における切断前段階の状況を示す模式図である。

[図2]本発明のコンクリート部材の切断方法におけるレーザ当接段階の状況を示す模式図である。

[図3]本発明のコンクリート部材の切断方法における切断進行段階の状況を示す模式図である。

[図4]本発明のコンクリート部材の切断方法におけるセルフバーニング段階の状況を示す模式図である。

[図5]実施例におけるレーザヘッド及び鉄筋コンクリートブロックの配置状況である。

[図6]実施例1における切断状況を示す模式図である。

[図7]実施例1においてレーザの照射を停止した直後の鉄筋コンクリートブロックの外観写真である。

[図8]実施例1において2つに分断した鉄筋コンクリートブロックの外観写真である。

[図9]実施例2においてレーザの照射を停止して空冷した鉄筋コンクリートブロックの外観写真である。

[図10]実施例3においてレーザの照射を停止した直後の鉄筋コンクリートブロックの外観写真である。

[図11]実施例4における切断状況を示す模式図である。

[図12]実施例4においてレーザの照射を停止して空冷した鉄筋コンクリートブロックの外観写真である。

[図13]比較例1においてレーザの照射を停止して空冷したコンクリートブロックの外観写真である。

[図14]比較例2においてレーザの照射を停止して空冷したコンクリートブロックの外観写真である。

[図15]良好な切断部が得られるビーム半径とパワー密度の関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、図面を参照しながら本発明のコンクリート部材の切断方法の代表的な実施形態について詳細に説明するが、本発明はこれらのみに限定されるものではない。なお、以下の説明では、同一または相当部分には同一符号を付し、重複する説明は省略する場合がある。また、図面は、本発明を概念的に説明するためのものであるから、表された各構成要素の寸法やそれらの比は実際のものとは異なる場合もある。

[0028] 本発明のコンクリート部材の切断方法を用いてコンクリート部材を切断する工程の一態様を模式的に図1～図4に示す。図1は切断前段階、図2はレーザ当接段階、図3は切断進行段階、図4はセルフバーニング段階をそれぞれ示している。

[0029] 被切断材はコンクリート部材2であり、コンクリート部材2はコンクリート4と鋼材6を含んでいる。コンクリート4の組成は、本発明の効果を損なわない限りにおいて特に限定されず、従来公知の種々のコンクリートを用いることができる。また、鋼材6の種類及び形状も本発明の効果を損なわない限りにおいて特に限定されず、従来公知の種々の鋼材及び形状とすることができるが、コンクリート部材2が一般的に使用されている鉄筋コンクリートや鉄筋鉄骨コンクリートであれば、適当な割合でコンクリート4を鋼材6が存在するため、効率的に切断することができる。

[0030] 1. 切断前段階

図1に示すように、レーザヘッド8から照射されたレーザ10の腹（側面）がコンクリート部材2の被切断面の近傍に位置するように配置する。ここ

で、重力を用いて溶融したコンクリート4を切断領域から排出するため、被切断面をコンクリート部材の底面（重力方向下面）とすることが好ましい。

[0031] 本発明の効果を損なわない限りにおいて、レーザ10の種類は特に限定されず、従来公知の種々のレーザを用いることができるが、例えば、半導体レーザやファイバレーザ等を用いることが好ましい。

[0032] また、レーザ10の出力やパワー密度は所望の切断速度やコンクリート部材2の大きさ、形状及び組成等に応じて適宜調整すればよいが、レーザのビーム径に応じて適当な値以上のパワー密度を設定することが好ましい。より具体的には、照射領域におけるビーム形状が略円形の場合、ビーム半径が1.2 mmの場合は3.5 kW/mm²以上のパワー密度、ビーム半径が2.2 mmの場合は1.0 kW/mm²以上のパワー密度、ビーム半径が3.2 mmの場合は0.5 kW/mm²以上のパワー密度、ビーム半径が4.2 mmの場合は0.3 kW/mm²以上のパワー密度、ビーム半径が5.2 mmの場合は0.2 kW/mm²以上のパワー密度とすることが好ましい。パワー密度をこれらの値とすることで、コンクリート部材を効率的に溶融させることができる。

[0033] また、レーザ10の走査速度もレーザ10の出力及びパワー密度や、コンクリート部材2の大きさ、形状及び組成等に応じて適宜調整すればよいが、レーザの走査速度は5～50 mm/minとすることが好ましい。レーザの走査速度を5 mm/min以上とすることで、コンクリート部材の切断に関する実用的な切断速度を確保することができ、50 mm/min以下とすることで、セルフバーニングの進行及び溶融コンクリートの排出を促進することができる。

[0034] 2. レーザ当接段階

図2に示すように、レーザ10の側面をコンクリート部材2の表面に当接させる段階である。コンクリート部材2の切断開始位置において、レーザ10の側面をコンクリート部材2の外周面に当接させ、レーザ10の全周にコンクリート4の溶融領域が形成されるまでレーザ10の位置を固定すること

が好ましい。レーザ１０の側面をコンクリート部材２の外周面に当接させた状態で、レーザ１０の全周にコンクリート４の溶融領域を形成させることで、レーザ１０のエネルギーを十分に活用することができる。

[0035] コンクリート部材２の外周面位に当接する位置でレーザ１０を保持する時間は適宜調整すればよいが、数秒～数十秒間の保持時間で、レーザ１０の全周にコンクリート４の溶融領域を形成することができる。

[0036] ３．切断進行段階

図３に示すように、レーザ１０を切断方向に走査する段階である。コンクリート部材２の外周面からレーザ１０を任意の進行方向に走査することで、コンクリート部材２を切断することができる。ここで、重力を活用して溶融したコンクリート４を切断領域から排出する観点では、レーザ１０を重力方向上向きに操作することが好ましいが、例えば、斜め上方に走査してもよく、上方に走査した後に横方向等に走査してもよい。

[0037] 切断開始時において、コンクリート部材２の底面の少なくとも一部に切断領域を設けることによって、重力によって溶融コンクリートを効率的に排出させることができる。

[0038] レーザ１０がコンクリート部材２のコンクリート４のみに当接している状況においては、溶融コンクリートの排出に位置依存性は殆ど認められず、切断領域の全体から同程度の溶融コンクリートが順次排出される。

[0039] ４．セルフバーニング段階

図４に示すように、レーザ１０からの入熱で鋼材６のセルフバーニングが進行し、コンクリート４の溶融が促進される段階である。レーザ１０の影響が鋼材６に到達し、レーザ１０からの入熱によって鋼材６が昇温してセルフバーニングが進行すると、当該発熱によって鋼材６近傍のコンクリート４の溶融が促進されるため、鋼材６近傍からの溶融したコンクリート４の流出量が増加し、効率的にコンクリート部材２を切断することができる。

[0040] 鋼材６のセルフバーニングの有無は、切断中における溶融コンクリートの排出状況から容易に確認することができる。具体的には、図４に示すように

、鋼材 6 近傍からの溶融コンクリートの排出量が顕著に多くなる。

[0041] 以上、本発明の代表的な実施形態について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、種々の設計変更が可能であり、それら設計変更は全て本発明の技術的範囲に含まれる。

実施例

[0042] 《実施例 1》

最大出力 50 kW の半導体レーザを用い、鉄筋コンクリートブロックの切断を試みた。レーザヘッド及び鉄筋コンクリートブロックの配置状況を図 5 に示す。また、切断の状況を模式的に図 6 に示す。鉄筋コンクリートブロックは 100 mm × 150 mm × 500 mm の直方体であり、当該鉄筋コンクリートブロックの長手方向側面に対抗する位置にレーザヘッドが配置されている。

[0043] 鉄筋コンクリートブロック端とレーザヘッドの距離は 100 mm とし、レーザの焦点位置は鉄筋コンクリートブロック端から奥行き方向に 220 mm とした。また、レーザの腹を被接合面に当接させた位置で 30 秒間保持し、レーザの全周にコンクリートの溶融領域を形成させた後、切断方向に走査した。レーザ出力及びレーザ走査速度等の切断条件を表 1 に示す。

[0044] [表1]

	被切断材	レーザ出力 (kW)	レーザ走査速度 (mm/min)	切断方向
実施例1	鉄筋コンクリート (鉄筋: $\phi 38$ mm, 2本)	20	12	底面から真上
実施例2	鉄筋コンクリート (鉄筋: $\phi 38$ mm, 2本)	30	12	底面から真上
実施例3	鉄筋コンクリート (鉄筋: $\phi 25$ mm, 4本)	20	12	底面から上向60°
実施例4	鉄筋コンクリート (鉄筋: $\phi 25$ mm, 4本)	20	12	側面から真横
比較例1	コンクリート	20	6	底面から真上
比較例2	コンクリート	30	12	底面から真上

[0045] 鉄筋コンクリートブロックの底面から真上に 80 mm レーザを走査させた後、レーザの照射を停止した。レーザの照射を停止した直後の鉄筋コンクリートブロックの外観写真を図 7 に示す。溶融したコンクリートが重力方向下向きに排出されており、レーザの走査に対応した良好な切断部が形成されていることが分かる。

[0046] 図 7 に示す状態の鉄筋コンクリートブロックを空冷した後、タガネ及びハ

ンマーを用いて人力で外部から応力を印加したところ、鉄筋コンクリートブロックは容易に2つに分断された。分断後の鉄筋コンクリートブロックの外観写真を図8に示す。

[0047] 《実施例2》

レーザ出力を30kWとしたこと以外は実施例1と同様にして、鉄筋コンクリートブロックの切断を試みた。鉄筋コンクリートブロックの底面から真上に80mmレーザを走査させた後、レーザの照射を停止して空冷した状態の鉄筋コンクリートブロックの外観写真を図9に示す。図9の写真は鉄筋コンクリートブロックの上面と底面を逆になっているが、鉄筋が存在する領域の近傍からは溶融コンクリートの排出が促進されていることが分かる。当該結果は、鉄筋のセルフバーニングによって切断が促進されたことを意味している。

[0048] 《実施例3》

表1の実施例3として示されている条件を用いたこと以外は実施例1と同様にして、鉄筋コンクリート部材の切断を試みた。鉄筋コンクリートブロックの底面から斜め60°上方に80mmレーザを走査させた後、レーザの照射を停止した。レーザの照射を停止した直後の鉄筋コンクリートブロックの外観写真を図10に示す。斜めに切断した場合であっても良好な切断部が形成されており、コンクリートブロック底面の開口部から溶融コンクリートが排出されている様子が確認できる。

[0049] 《実施例4》

表1の実施例4として示されている条件を用いたこと以外は実施例1と同様にして、鉄筋コンクリート部材の切断を試みた。切断の状況を模式的に図11に示す。鉄筋コンクリートブロックの側面から真横に80mmレーザを走査させた後、レーザの照射を停止した。レーザの照射を停止し、空冷した鉄筋コンクリートブロックの外観写真を図12に示す。鉄筋コンクリートブロックの側面から真横にレーザを走査する場合であっても切断部を形成することができるが、底面に開口部を有する場合と比較すると溶融コンクリート

の排出及び切断が円滑に進んでいない。

[0050] 《比較例 1》

被切断材に無垢のコンクリートブロックを用い、レーザ走査速度を 6 mm / m i n としたこと以外は実施例 1 と同様にして、コンクリートブロックの切断を試みた。コンクリートブロックの底面から真上に 15 mm レーザを走査させた後、レーザの照射を停止した。レーザの照射を停止して空冷した状態のコンクリートブロックの外観写真を図 13 に示す。切断領域は形成されているものの、実施例と比較してレーザ走査速度を遅くしても溶融コンクリートの排出量が少ないことが分かる。

[0051] 《比較例 2》

被切断材に無垢のコンクリートブロックを用いたこと以外は実施例 2 と同様にして、コンクリートブロックの切断を試みた。コンクリートブロックの底面から真上に 80 mm レーザを走査させた後、レーザの照射を停止して空冷した状態のコンクリートブロックの外観写真を図 14 に示す。図 14 の写真はコンクリートブロックの上面と底面を逆にしているが、切断条件が同じ実施例 2 の結果（図 9）と比較すると溶融コンクリートの排出量が少なく、切断効率に劣ることが分かる。

[0052] [コンクリート部材の切断に及ぼすレーザスポット径とパワー密度の影響]

レーザの走査に対応した良好な切断部が形成された実施例 1 に記載のレーザ照射条件において、ビーム半径とパワー密度の関係を測定した。具体的には、ビーム径は焦点位置からの距離の増加に伴って大きくなるため、焦点位置からの距離が -250 mm, -200 mm, -150 mm, -100 mm, -50 mm, 0 mm, 50 mm, 100 mm, 150 mm, 200 mm, 250 mm の各位置におけるビーム半径及びパワー密度を測定した。これらの測定には P r i m e s 製のビームプロファイラーを用いた。得られた結果を表 2 に示す。また、ビーム半径とパワー密度の関係を図 15 に示す。

[0053]

[表2]

焦点からの距離 (mm)	ビーム半径 (mm)	パワー密度 (kW/mm ²)
-250	5.128	0.240
-200	4.168	0.363
-150	3.208	0.612
-100	2.248	1.247
-50	1.288	3.797
0	0.491	26.144
50	1.313	3.658
100	2.313	1.179
150	3.313	0.574
200	4.313	0.339
250	5.313	0.223

[0054] 図15のグラフは、良好な切断部が得られるレーザの境界条件を示しており、ビーム半径とパワー密度がプロット間を結んだ曲線の右上側の領域となるように設定することで、コンクリートを効率的に溶融させることができる。

符号の説明

[0055] 2・・・コンクリート部材、
 4・・・コンクリート、
 6・・・鋼材、
 8・・・レーザヘッド、
 10・・・レーザ、
 20・・・切断領域。

請求の範囲

- [請求項1] レーザを照射することでコンクリート部材を切断する方法であって、
、
前記コンクリート部材は鋼材を含み、
前記レーザの走査によってコンクリートを溶融させて切断領域を形成し、
前記レーザによる加熱によって前記鋼材をセルフバーニングが進行する温度まで昇温し、
前記セルフバーニングによる発熱で前記コンクリートの溶融を促進させること、
を特徴とするコンクリート部材の切断方法。
- [請求項2] 前記レーザの側面を用いて前記切断領域を形成すること、
を特徴とする請求項1に記載のコンクリート部材の切断方法。
- [請求項3] 前記コンクリート部材の外周面から切断を開始すること、
を特徴とする請求項1又は2に記載のコンクリート部材の切断方法。
- [請求項4] 切断開始位置において前記レーザの側面をコンクリート部材の外周面に当接させ、前記レーザの全周に前記コンクリートの溶融領域が形成されるまで前記レーザの位置を固定すること、
を特徴とする請求項2又は3に記載のコンクリート部材の切断方法。
- [請求項5] 前記コンクリート部材の底面の少なくとも一部が前記切断開始位置に含まれること、
を特徴とする請求項4に記載のコンクリート部材の切断方法。
- [請求項6] 前記レーザを前記コンクリート部材の重力方向下側から重力方向上側に向かって走査することで切断領域を形成し、
重力によって前記切断領域から溶融コンクリートを排出すること、
を特徴とする請求項1～5のうちのいずれかに記載のコンクリート

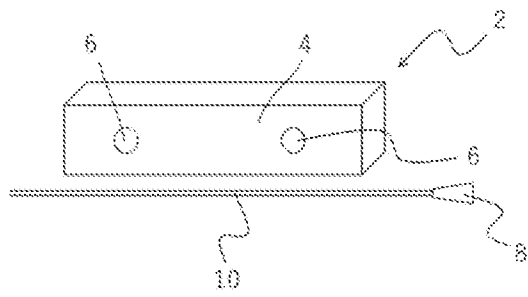
部材の切断方法。

[請求項7]

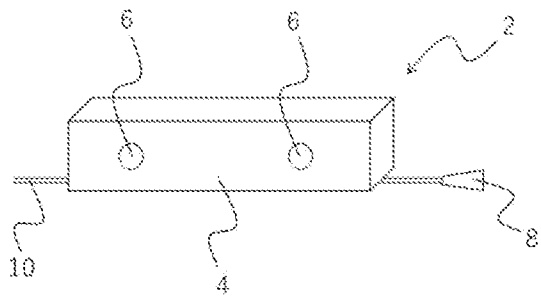
前記レーザの走査方向を略鉛直方向とすること、

を特徴とする請求項1～6のうちのいずれかに記載のコンクリート部材の切断方法。

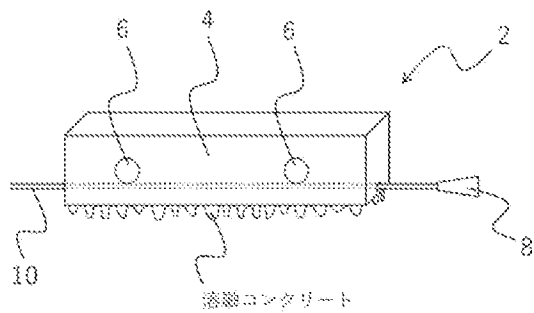
[図1]



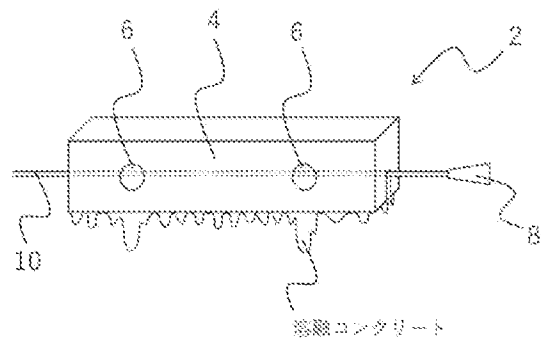
[図2]



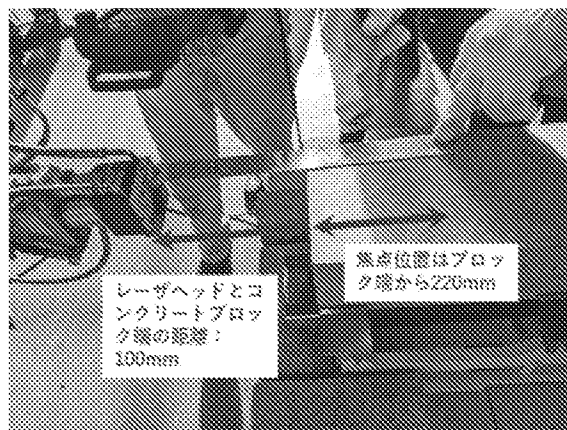
[図3]



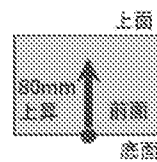
[図4]



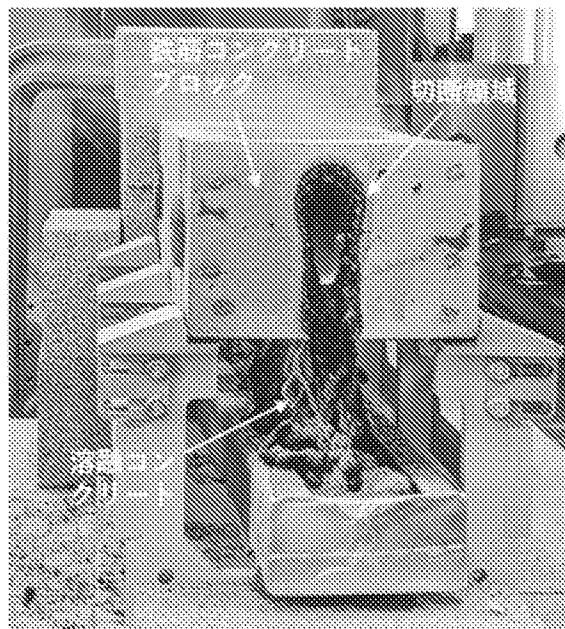
[図5]



[図6]

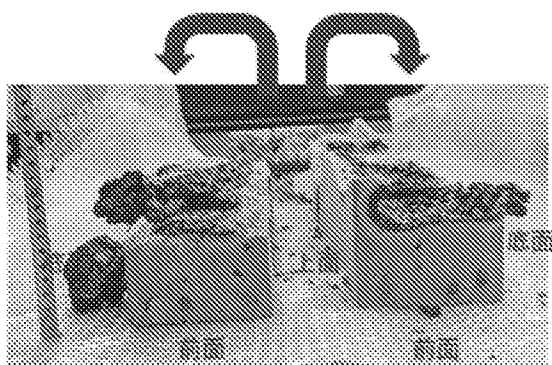


[図7]

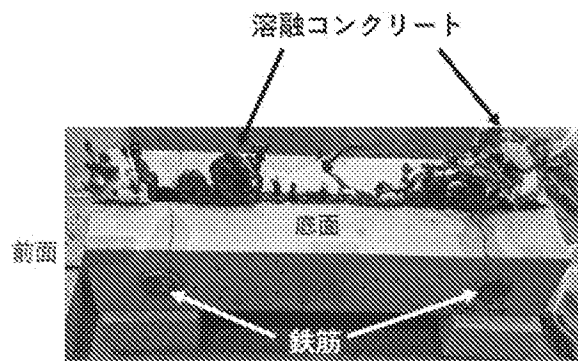


[図8]

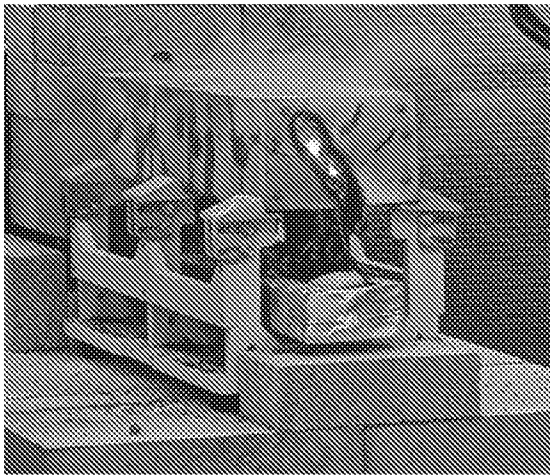
上面中心を軸に開いた状態



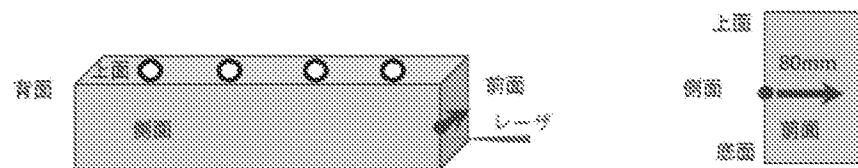
[図9]



[図10]



[図11]



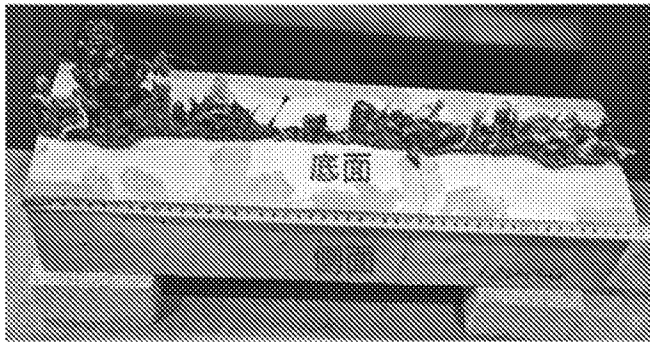
[図12]



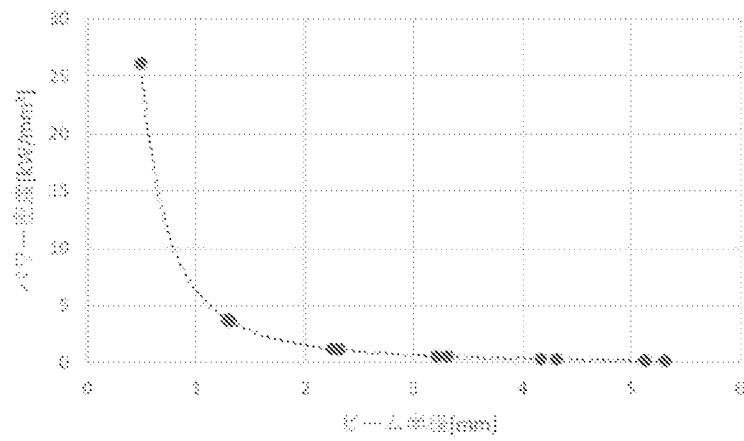
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/045807

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B26F 3/16**(2006.01)i; **B28D 1/22**(2006.01)i; **B23K 26/38**(2014.01)i; **E04G 23/08**(2006.01)i

FI: E04G23/08 H; B23K26/38 A; B26F3/16; B28D1/22

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)

B26F3/16; B28D1/22; B23K26/38; E04G23/08

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	JP 2020-99918 A (HAZAMA ANDO CORP.) 02 July 2020 (2020-07-02) paragraphs [0028]-[0035], fig. 1-4	1-2, 6-7
Y		3
A		4-5
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 59881/1992 (Laid-open No. 9769/1994) (SASEBO HEAVY IND. CO., LTD.) 08 February 1994 (1994-02-08), paragraphs [0001], [0002]	3
A	JP 2000-170473 A (SUMITOMO HEAVY IND., LTD.) 20 June 2000 (2000-06-20) entire text, all drawings	1-7
A	US 2006/0032843 A1 (CROUSE, Philippus Lodewyk) 16 February 2006 (2006-02-16) entire text, all drawings	1-7

☐ 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

17 January 2022

Date of mailing of the international search report

01 February 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/045807

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2020-99918	A	02 July 2020	(Family: none)	
JP	6-9769	U1	08 February 1994	(Family: none)	
JP	2000-170473	A	20 June 2000	(Family: none)	
US	2006/0032843	A1	16 February 2006	WO 2004/028735	A1
				entire text, all drawings	
				EP 1542827	A1
				DE 60307866	T2
				AT 337130	T
				ES 2271695	T3
				AU 2003260747	A1
				GB 222560	D0

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B26F 3/16(2006.01)i; B28D 1/22(2006.01)i; B23K 26/38(2014.01)i; E04G 23/08(2006.01)i FI: E04G23/08 H; B23K26/38 A; B26F3/16; B28D1/22		
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（IPC）） B26F3/16; B28D1/22; B23K26/38; E04G23/08		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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	JP 2020-99918 A（株式会社安藤・間）02.07.2020（2020-07-02） [0028]-[0035], 図1-4	1-2, 6-7
Y		3
A		4-5
Y	日本国実用新案登録出願4-59881号（日本国実用新案登録出願公開6-9769号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM（佐世保重工業株式会社）08.02.1994（1994-02-08）[0001]-[0002]	3
A	JP 2000-170473 A（住友重機械工業株式会社）20.06.2000（2000-06-20） 全文全図	1-7
A	US 2006/0032843 A1（CROUSE, Philippus Lodewyk）16.02.2006（2006-02-16） 全文全図	1-7
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 17.01.2022		国際調査報告の発送日 01.02.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 河内 悠 2E 3403 電話番号 03-3581-1101 内線 3245

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/045807

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2020-99918	A	02.07.2020	(ファミリーなし)	
JP	6-9769	U1	08.02.1994	(ファミリーなし)	
JP	2000-170473	A	20.06.2000	(ファミリーなし)	
US	2006/0032843	A1	16.02.2006	W0	2004/028735 A1
				全文全図	
				EP	1542827 A1
				DE	60307866 T2
				AT	337130 T
				ES	2271695 T3
				AU	2003260747 A1
				GB	222560 D0