

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3825757号  
(P3825757)

(45) 発行日 平成18年9月27日(2006.9.27)

(24) 登録日 平成18年7月7日(2006.7.7)

(51) Int. Cl. F I  
E O 2 B 11/00 (2006.01) E O 2 B 11/00 B

請求項の数 2 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-58386 (P2003-58386)                  (22) 出願日 平成15年3月5日(2003.3.5)                  (65) 公開番号 特開2004-270161 (P2004-270161A)                  (43) 公開日 平成16年9月30日(2004.9.30)                  審査請求日 平成15年3月5日(2003.3.5)</p> <p>特許法第30条第1項適用 第51回農業土木学会北海道支部研究発表会講演集にて発表</p>	<p>(73) 特許権者 000006644                  新日鐵化学株式会社                  東京都千代田区外神田四丁目14番1号</p> <p>(73) 特許権者 591190955                  北海道                  北海道札幌市中央区北3条西6丁目1番地</p> <p>(74) 代理人 100095267                  弁理士 小島 高城郎</p> <p>(74) 代理人 100069176                  弁理士 川成 靖夫</p> <p>(72) 発明者 大石 徹                  千葉県木更津市新港15番1 新日鐵化学株式会社 総合研究所内</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 暗きょ排水管の閉塞防止方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

高珪酸カルシウム含有資材である粒状ロックウールと無機水硬性材料とからなる、空隙率70～98%、嵩比重0.15～0.8で、かつ酸化カルシウムを45%以上含有する閉塞防止材を、暗きょ排水管の周囲に埋設し、該閉塞防止材の上部に疎水材を配置することを特徴とする暗きょ排水管の閉塞防止方法。

【請求項2】

暗きょ排水管の内部及び近傍において鉄酸化細菌が繁殖することを抑制し、酸化鉄を沈着させないことを特徴とする請求項1記載の暗きょ排水管の閉塞防止方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、暗きょ排水管の閉塞防止方法に関するものである。さらに詳しくは、日本にも広く分布する酸性土壌の排水不良を呈する農耕地で、排水改良として行われた暗きょ排水に浸透してきた含鉄排水が、暗きょ排水管内で鉄酸化細菌により酸化鉄として沈着し、暗きょ排水管を閉塞することで通水機能を低下させるため、暗きょ排水管内で酸化鉄を沈着させないようにする、暗きょ排水管の閉塞防止方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

排水不良を呈する農耕地に対しては、湿害を回避し、良好な作物生育を確保するため、暗

きょ排水による排水改良が必要である。

暗きょ排水は農地に0.6m以下の深さの溝を1/100～1/1000の勾配を持たせて掘削し、暗きょ排水管を埋設し、通水性を高めるため、疎水材を暗きょ排水管の周辺とその上部に作土直下まで埋設する工法である。

そのなかで、暗きょ排水の効果を低下させる要因として、特に含鉄酸性排水について、暗きょ排水管の閉塞が指摘されている。閉塞物質を取り除く方法として管内清掃技術が提案されているが、実際には利用されるまでに至っていない。

また、暗きょ排水管閉塞物質は、主に赤褐色物質で酸化鉄の沈着が原因であることが明らかになってきている。しかし、現在、酸化鉄の沈着自体を防止する方法はない。

#### 【0003】

暗きょ排水の効果を高めるために使用される疎水材には、モミガラ、木材チップ類、砂利、火山礫及び火山灰、貝殻類など、透水性を重視した資材が使用されている。

これらの疎水材は農林水産省による土地改良事業計画基準により透水性を有し、かつ、耐久性があり、作物や水質、土壌に対して有害な物質を含まないことが示されている。

そのため、暗きょ排水の疎水材に暗きょ排水管を閉塞させる原因となる酸化鉄の沈着を防止する機能を持たせるためには、土壤汚染防止法及び水質汚濁防止法、安全な農産物の生産において重要である土壤診断基準値に抵触する物質を含有しないことが必要となり、いずれの要求をも満たす資材は、本発明で使用する資材以外にない。

#### 【0004】

従来の疎水材を使用した暗きょ排水の方法に、含鉄排水の鉄を吸着させると共に鉄酸化細菌の繁殖を抑制する機能を持たせる方法はない。

また、従来の疎水材は粒度が粗く、優れた透水性を有する資材が多いが、水との接触性が低いと共に、鉄の吸着性を有していない。そのため、含鉄排水が暗きょ排水管及び暗きょ排水管周辺に到達した時に、高鉄含有量の状態で酸化的条件となるため、鉄酸化細菌が繁殖しやすく、暗きょ排水管内に酸化鉄が沈着し閉塞してしまう。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、以上の従来技術によれば、優れた通水性を有する疎水材を使用することで暗きょ排水の当初の効果は確保されるが、暗きょ排水管閉塞を引き起こす酸化鉄の沈着を防止することは不可能であった。

そこで、本発明は、暗きょ排水施工時に予め、酸化鉄の沈着による暗きょ排水管の閉塞を防止する方法を提供することを課題とする。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明者等は、かかる課題を解決するために種々検討した結果、通水性が高く、水との接触性の高く、かつ農業生産上支障となる成分を含有しない、高珪酸カルシウム含有資材である粒状ロックウールと無機水硬性材料とからなる空隙率70～98%、嵩比重0.15～0.8で、かつ酸化カルシウムを45%以上含有する閉塞防止材を、暗きょ排水管の周囲に埋設し、該閉塞防止材の上部に疎水材を配置することにより、暗きょの閉塞防止に極めて有効であることを見出し、本発明を完成したものである。

こうした構成により、暗きょ排水管の内部及び近傍において鉄酸化細菌が繁殖することを抑制し、酸化鉄を沈着させないことができ、しかも通水性に支障を来たすこともない。

#### 【0007】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の一実施形態を、図1に示す。

同図において、1は暗きょ排水管であり、該暗きょ排水管1の周囲には、底部の閉塞防止材2Aと上部の閉塞防止材2Bからなる閉塞防止材2を厚さ20～30cmで、全ての暗きょ排水管に対して、高珪酸カルシウム含有資材である粒状ロックウールと無機水硬性材料との混合物により布設している。

この底部の閉塞防止材2A、上部の閉塞防止材2Bの上部には疎水材3を布設する。また

10

20

30

40

50

、疎水材 3 として粒状ロックウールと無機水硬性材料との混合物を併用してもよい。

#### 【 0 0 0 8 】

以下、本発明について詳細を説明する。

農耕地に配置された暗きょ排水には、余剰水が作土 4 及び心土 5 を浸透しながら土壤中の水溶性である二価鉄を溶脱し、含鉄排水となった水が主として疎水材 3 を通過して閉塞防止材 2 に到達する。

ここで、本発明の閉塞防止材 2 は、粒状ロックウールと無機水硬性材料との混合物を固化して得られ、空隙率が 60% 以上、好ましくは 70 ~ 98%、嵩比重 0.1 ~ 1.0、好ましくは 0.15 ~ 0.8 である固形処理材であり、単なる混合物にすぎないので、粒状ロックウールの表面に無機水硬性材料が付着した状態である。

そのため、極めて空隙率が高く、また嵩比重が低い処理材である。また、粒状ロックウールが無機水硬性材料との混合後においても当初の状態（粒状）を維持し、粒状ロックウール内部には無機水硬性材料が殆ど存在しない。よって、透水性が  $1.0 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$  以上と極めて高く、排水との反応性に優れると共に、反応後の水捌けもよい。

従って、閉塞防止材 2 に到達した含鉄排水、特に含鉄酸性排水は、こうした閉塞防止材と接触することで、含鉄排水に溶解している  $\text{Fe}^{2+}$  イオンを化学的に中和して水不溶性の酸化鉄、例えば  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{FeO}(\text{OH})$  として、閉塞防止材 2 の粒状ロックウール繊維表面に析出させる。

また、酸性ないしは中性の含鉄排水をアルカリ化するため、鉄酸化細菌の活動を抑制する。そのため、従来、暗きょ排水管の内部や近傍で生じていた酸化鉄による閉塞を防止することができる。

#### 【 0 0 0 9 】

含鉄排水が底部の閉塞防止材 2 A、上部の閉塞防止材 2 B を通過する過程で、閉塞防止材を構成している粒状ロックウールや無機水硬性材料（セメント等）の成分である珪酸カルシウム等のアルカリ成分が緩かに溶解し、含鉄 - カルシウム等のアルカリ成分含有排水となり排水中の pH を上昇させる。これにより、含鉄排水に残存している鉄さえ、鉄酸化細菌が利用できない状態となる。

さらに、暗きょ排水管 1 に到達した含鉄 - カルシウム等含有排水は、暗きょ排水管 1 の内面に、例えばカルシウムイオンと暗きょ排水管 1 内の空気中の炭酸ガスが反応し炭酸カルシウムの 1 mm 未満の皮膜を生成する。これにより、暗きょ排水管 1 に鉄酸化細菌の付着を防止すると共に繁殖できない条件を整える。

また、暗きょ排水管 1 内の炭酸カルシウムの被膜は暗きょ排水管 1 内の空気中の炭酸ガスと平衡状態にあり、被膜の厚さは一定となる。

#### 【 0 0 1 0 】

本発明の暗きょ排水管の閉塞防止方法で底部の閉塞防止材 2 A、上部の閉塞防止材 2 B に使用する、高珪酸カルシウム含有資材である粒状ロックウールは、珪酸カルシウム肥料又は水耕栽培の培地として農業に用いられている物と同一成分であり、農地の施設である暗きょ排水への使用に際して支障ない資材である。

また、セメント等の無機水硬性材料も、同様に農業資材として汎用されているものである。

#### 【 0 0 1 1 】

本発明の暗きょ排水管の閉塞防止方法の施工方法はバックホウ又はトレンチャーにより掘削された掘削溝 6 の底部に 1 cm 程度の底部の閉塞防止材 2 A を人力で敷き均した後、土管又はコルゲートからなる暗きょ排水管 1 を布設し、上部の閉塞防止材 2 B を疎水材投入機構付きクローラー型特装車又はモミガラと同様に人力により掘削溝 6 に投入し、上部の閉塞防止材 2 B の上面を敷き均す。

敷き均し時には、上部の閉塞防止材 2 B の上面へ人が乗らず、地表面から棒付きの敷き均しヘラなどを使用するとよい。その時の底部の閉塞防止材 2 A、上部の閉塞防止材 2 B の充填密度は  $100 \text{ kg/m}^3$  程度とする。上部の閉塞防止材 2 B の投入後、疎水材 3 の投入及び敷き均し、掘削土 7 の埋め戻しを行う。

10

20

30

40

50

また、施工性を優先させるような場合、掘削された溝に底部の閉塞防止材 2 A を敷き均さないで、暗きょ排水管 1 を布設した後、上部の閉塞防止材 2 B だけを溝に投入する施工手順で、上部の閉塞防止材 2 B を暗きょ排水管 1 の周囲に巻き込ませてよい。

【 0 0 1 2 】

このようにして施工された暗きょ排水は、降雨や融雪水が作土 4 及び心土 5 を浸透して含鉄排水、特に含鉄酸性排水となって疎水材 3 を通過してきた場合であっても、暗きょ排水管 1 の周囲には底部の閉塞防止材 2 A、上部の閉塞防止材 2 B が埋設されているため、この底部の閉塞防止材 2 A、上部の閉塞防止材 2 B において含鉄排水中の鉄分を酸化鉄として析出除去すると共に、暗きょ排水管 1 の内及び近傍で鉄酸化細菌の繁殖を抑え、暗きょ排水管 1 の閉塞を防止できる。そのうえ、本発明で使用する閉塞防止材である粒状ロックウールや無機水硬性材料はモミガラなどの有機質資材のように腐朽することがなく、カルシウム等のアルカリ成分の溶解も穏やかであり、効果がかかり長期間にわたる。また、土壌や水質、植物に対する有害性がないことから、環境や農業生産に悪影響を与えない。

10

【 0 0 1 3 】

「実施形態の効果」

この実施形態によれば、暗きょ排水の疎水材とは別に暗きょ排水管 1 の周囲に存在させた閉塞防止材 2 の働きで、暗きょ排水管 1 の閉塞を防止できる。

【 0 0 1 4 】

【発明の効果】

このように、本発明によれば、暗きょ排水の疎水材とは別に暗きょ排水管 1 の周囲に閉塞防止材 2 を存在させることで、暗きょ排水管 1 の閉塞を長期間かつ安定して防止できる。

20

【 0 0 1 5 】

「実施例 1」

本発明で使用する閉塞防止材として、新日化ロックウール（株）製の粒状ロックウール（エスファイバー粒状綿、平均粒径 30 mm）6 重量部と、無機水硬性材料として、日鉄セメント（株）製の B 種高炉セメント 4 重量部をリボンミキサーにて混合し、平均粒径 20 mm、空隙率が 94%、鉱物繊維と無機水硬性材料の混合時点での嵩比重 0.15、透水係数が  $4.3 \times 10^{-1} \text{ cm/s}$  である粒状混合物からなる閉塞防止材を作成した。この閉塞防止材の化学組成を分析したところ、次の表 1 のとおりであった。

【 0 0 1 6 】

30

【表 1】

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	TiO <sub>2</sub>	S	IgLoss	合計
1.07	34.55	11.08	45.31	2.87	0.23	0.45	0.70	1.31	97.57

【 0 0 1 7 】

次に、この閉塞防止材 20 kg を、合成樹脂ネットの底部を有する高さ 90 cm、長さ 120 cm、幅 16 cm の暗きょ排水を摸した容器内に厚さ 60 cm、空隙率 92%、嵩比重 0.20 になるように充填し、さらにその上部に疎水材としてカラマツ間伐材を粉碎した木片チップ 3.5 kg を 5 cm 厚さになるように充填した。

40

この装置の上部より硫酸イオン 1000 mg/L、総鉄イオン 100 mg/L を含有する pH 3 の含鉄酸性水を平均通水量 1 m<sup>3</sup>/日 で 50 m<sup>3</sup> 通水した。

容器下部から流出する処理水の鉄分除去率は 99.9% であった。また、使用後の閉塞防止材の鉄分含有率は 53% であった。また、閉塞防止材の 50 m<sup>3</sup> 通水後の透水性能を測定したところ、 $6.0 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$  であった。

【 0 0 1 8 】

「実施例 2」

50

実施例 1 で使用したと同じ閉塞防止材を用い、現場土壌条件として、1 0 ~ 35 cm 作土、2 35 ~ 55 cm グライ層 (火山灰層)、3 55 ~ 95 cm 下部泥炭層、4 95 cm ~ グライ層 (粘土層) からなり、土壌サンプルからの溶出試験 (鉄、硫酸イオン)、土壌サンプル中の不溶性鉄、硫黄分含有量が下記の表 2 のとおりである。

【0019】

【表 2】

土壌からの溶出試験結果 (鉄、硫黄分含有量 単位: ppm)

試料名	水溶性 T-Fe	不溶性 T-Fe	水溶性 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	不溶性 T-S
35~55cm グライ層	33	13,300	1,070	12,700
55~95cm 下部泥炭層	2,910	110,200	12,700	30,500
95cm以下 グライ層	215	9,100	1,740	19,400

10

20

【0020】

1 ~ 2 年という短期間で暗きょ排水管が閉塞することが確認されている火山泥流地域の試験ほ場にバックホウを用いて、掘削幅 0.2 m、平均深 0.85 m、平均勾配 1/100 の暗きょ排水の溝中に内径 90 mm のコルゲート製暗きょ排水管を設置し、その底部及び上部に厚さ 20 cm に閉塞防止材を高密度 0.15、施工歩留まり 130% となるように充填し、さらにその上から、暗きょ排水の疎水材として、カラマツ間伐材を破碎した木片チップを作土層下限 (地表より 30 cm 下) まで充填した後、作土で埋め戻して、延長 26.7 m、10 m 間隔の本暗きょ排水管の閉塞防止方法による暗きょ排水を施工した。

30

施工後 6 ヶ月が経過した暗きょ排水の中央部で、暗きょ排水を掘削し、閉塞防止材の状況と、暗きょ排水管を縦方向に開口し管内の閉塞状況を調査したところ、暗きょ排水管内には酸化鉄の沈着はなく、CaO が 75.6% の炭酸カルシウムからなる白色結晶が 1 mm 程度の皮膜状に付着しており、暗きょ排水管の閉塞は全く認められなかった。

さらに、白色結晶を光学顕微鏡及び電子顕微鏡により観察した結果、鉄酸化細菌等は確認されなかった。また、白色結晶に鉄酸化細菌培養用の硫酸第一鉄溶液を添加して培養した結果でも鉄酸化細菌の増殖は認められなかった。このことは、本発明の方法が暗きょ排水管を閉塞させる酸化鉄を生成する鉄酸化細菌の繁殖を抑えていることを裏付けている。

本発明の方法で施工した暗きょ排水中の水質試験を行った結果、カルシウムイオン濃度が 66.6 ~ 128.3 mg/L と高く、pH が 7.2 ~ 8.4 程度で高く安定しており、鉄酸化細菌の繁殖を抑制する条件となっていた。

40

また、排水中の酸可溶性鉄濃度、二価鉄濃度は、酸可溶性鉄濃度が 31.3 ~ 185.0 mg/L、二価鉄濃度が 0.2 ~ 14.0 mg/L と総じて低く推移しており、閉塞防止材を使用することで排水中の鉄含量を減少させていた。また、施工後 6 ヶ月が経過した閉塞防止材の成分は、酸化鉄の換算 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が 4.8% と製品の 1.1% に比べ明らかに増加しており、含鉄排水中の鉄が閉塞防止材に酸化鉄として析出されたことを示していた。

また、施工後 6 ヶ月が経過した閉塞防止材中の CaO は使用前の製品と同レベルを保持しており、穏やかにしかカルシウムの溶出が起こらないことを裏付けている。さらに、暗き

50

よ排水を掘削し、その断面の状況を観察しても、暗きよ排水の閉塞防止材及び疎水材は施工直後の状態を維持しており変化がなかった。

これらのことから、本発明の効果が長期間持続することを示している。

#### 【0021】

##### 「比較例1」

実施例1、2と同じ暗きよ排水の疎水材として使用されているカラマツ間伐材を粉碎した木片チップ46kgを実施例1で使用したと同じ、合成樹脂ネットの底部を有する高さ90cm、長さ120cm、幅16cmの暗きよ排水を摸した容器内に厚さ65cmになるように充填した。

この暗きよ疎水材の透水性能を測定したところ、 $2.6 \times 10^{-1} \text{ cm/s}$ であった。

この装置の上部より硫酸イオン1000mg/L、総鉄イオン100mg/Lを含有するpH3の含鉄酸性水を平均通水量 $1 \text{ m}^3$ /日で $50 \text{ m}^3$ 通水した。

この時、容器下部から流出する処理水の鉄分除去率は0.2%であった。また、使用後の110乾燥後の木片チップの疎水材の鉄分含有率は0.028%であった。

また、木片チップの疎水材の $50 \text{ m}^3$ 通水後の透水性能を測定したところ、 $2.6 \times 10^{-1} \text{ cm/s}$ であり、通水の前後で変化しなかった。

#### 【0022】

##### 「比較例2」

比較例1で使用したと同じ木片チップの疎水材を用い、実施例2で使用したと同じ土壌条件の火山泥流地域の試験ほ場にバックホウを用いて、掘削幅0.2m、平均深0.85m、平均勾配1/100の暗きよ排水の溝中に内径90mmのコルゲート製暗きよ排水管を設置し、その底部及び上部に比較例1で使用したと同じカラマツ間伐材を破砕した木片チップからなる暗きよ排水の疎水材を作土層下限(地表より30cm下)まで充填した後、作土で埋め戻して、延長267m、10m間隔の暗きよ排水を施工した。

施工後6ヶ月が経過した暗きよ排水の中央部で、暗きよ排水を掘削し、木片チップの疎水材の状況と、暗きよ排水管を縦方向に開口し管内の閉塞状況を調査したところ、90mm径の暗きよ排水管内には沈着物質が25~32mmと厚く存在し、酸化鉄の沈着が確認され、暗きよ排水管を閉塞し始めていた。

また、沈着物質は、暗きよ排水管の部分的な現象ではなく、管全体にわたって発生していた。この閉塞物質の成分は $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{FeO}(\text{OH})$ 等の酸化鉄であり、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ に換算すると60.8%であった。この酸化鉄からなる沈着物質を光学顕微鏡及び電子顕微鏡により観察した結果、螺旋の繊維状を呈する鉄酸化細菌が多数確認された。また、沈着物質に鉄酸化細菌培養用の硫酸第一鉄溶液を添加して培養した結果でも鉄酸化細菌の増殖が認められた。

また、暗きよ排水中の水質試験を行った結果、比較例の方法では、カルシウムイオン濃度が32.2~44.9mg/Lで、pHが4程度と低く、酸性条件を好む鉄酸化細菌が繁殖しやすい条件となっていた。

また、排水中の酸可溶性鉄濃度、二価鉄濃度は、酸可溶性鉄濃度が90.0~341.3mg/L、二価鉄濃度が1.5~25.2mg/Lと高くなっていた。

#### 【0023】

上記のことから本発明の暗きよ排水の暗きよ排水管の周囲に閉塞防止材を存在させることで、含鉄排水中の鉄を酸化鉄として析出させると共に、鉄酸化細菌の繁殖を抑え、暗きよ排水管の閉塞を防止でき、暗きよ排水の排水機能を長期間に亘り安定的に維持することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す1部を切欠いた斜視図である。

【図2】本発明の一施工方法を順に示す縦断面図である。

【図3】本発明の一施工方法を順に示す縦断面図である。

【図4】本発明の一施工方法を順に示す縦断面図である。

【図5】本発明の一施工方法を順に示す縦断面図である。

10

20

30

40

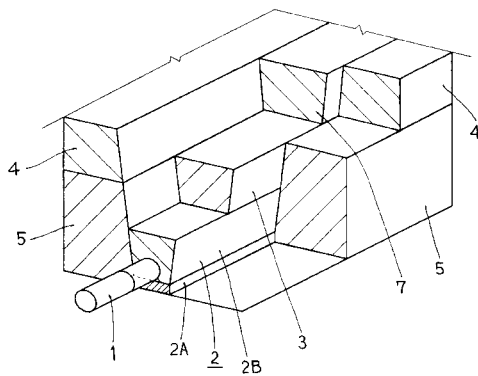
50

【図6】本発明の一施工方法を順に示す縦断面図である。

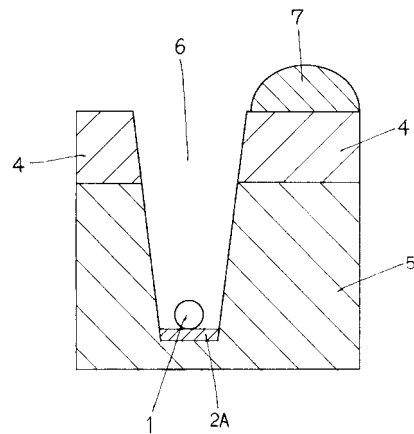
【符号の説明】

- 1 暗きょ排水管
- 2 閉塞防止材
- 2 A 底部の閉塞防止材
- 2 B 上部の閉塞防止材
- 3 疎水材
- 4 作土
- 5 心土
- 6 掘削溝
- 7 掘削土

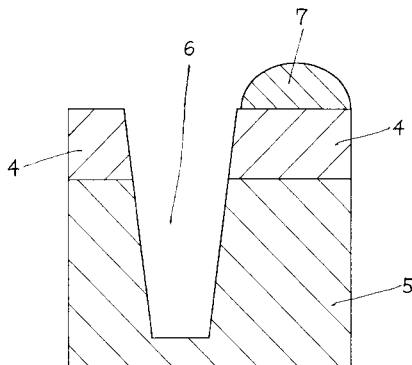
【図1】



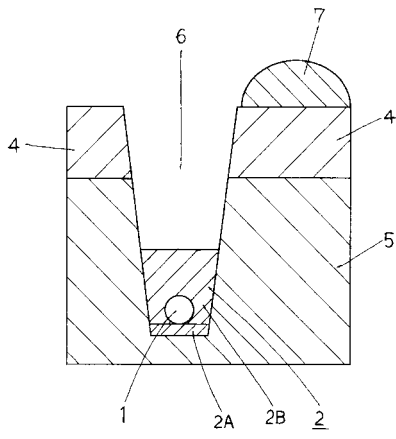
【図3】



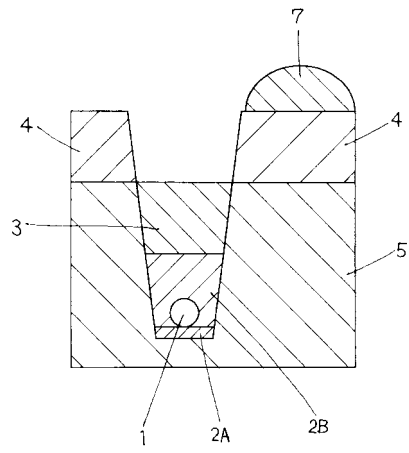
【図2】



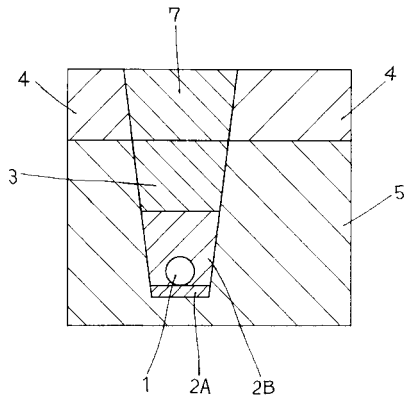
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】





---

フロントページの続き

- (72)発明者 加藤 恒昭  
東京都品川区西五反田7丁目21番11号 新日鐵化学株式会社内
- (72)発明者 北川 巖  
北海道夕張郡長沼町東6線北15号 北海道立中央農業試験場内
- (72)発明者 竹内 晴信  
北海道夕張郡長沼町東6線北15号 北海道立中央農業試験場内

審査官 深田 高義

- (56)参考文献 特開2000-073347(JP,A)  
特開2002-332626(JP,A)  
特開2001-347276(JP,A)  
特開2002-105936(JP,A)  
特開平11-255553(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
E02B 11/00