



- (12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ  
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)  
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
- (51)<sup>2020.01</sup> C23C 28/04; C23C 14/32; C23C 16/26; (13) B  
C23C 16/50; C23C 14/06; C23C 14/35



1-0043119

- 
- (21) 1-2020-07680 (22) 17/06/2019  
(86) PCT/FR2019/051462 17/06/2019 (87) WO 2019/243720 26/12/2019  
(30) 1855319 18/06/2018 FR  
(45) 25/02/2025 443 (43) 25/03/2021 396  
(73) HYDROMECHANIQUE ET FROTTEMENT (FR)  
69 Avenue Benoît Fourneyron, 42160 ANDREZIEUX BOUTHEON, FRANCE  
(72) BOMBILLON Laurent (FR); PROST Fabrice (FR).  
(74) Công ty TNHH VINTELL Sáng chế và thương hiệu (VINTELL CO., LTD.)
- 

- (54) CHI TIẾT CÓ LỚP PHỦ CACBON VÔ ĐỊNH HÌNH ĐÃ HYĐRO HÓA TRÊN  
LỚP PHỦ DƯỚI CHỨA CROM, CACBON VÀ SILIC

(21) 1-2020-07680

(57) Sáng chế đề cập đến chi tiết bao gồm nền kim loại, lớp phủ cacbon vô định hình đã hydro hóa loại a-C:H phủ trên nền này, và lớp phủ dưới trên cơ sở crom (Cr), cacbon (C) và silic (Si) nằm giữa nền kim loại và lớp phủ cacbon vô định hình và lớp phủ cacbon vô định hình được phủ trên lớp phủ dưới, khác biệt ở chỗ, lớp phủ dưới này có các tỷ lệ giữa các nguyên tử ở mặt phân cách của nó với lớp phủ cacbon vô định hình: tỷ lệ giữa hàm lượng silic và hàm lượng crom (Si/Cr) nằm trong khoảng từ 0,35 đến 0,60, và tỷ lệ giữa hàm lượng cacbon và hàm lượng silic (C/Si) nằm trong khoảng từ 2,5 và 3,5.

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến chi tiết có lớp phủ bao gồm nền kim loại đã được phủ lớp phủ dưới và lớp phủ cacbon vô định hình đã hydro hóa, lớp phủ cacbon này được phủ trên lớp phủ dưới chứa crom, cacbon và silic.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Các chi tiết có lớp phủ liên quan bao gồm, ví dụ, các bộ phận ma sát dùng cho các ngành ô tô, hàng không hoặc vũ trụ, chẳng hạn.

Trong lĩnh vực ô tô, chúng là, ví dụ, các chi tiết phân phối như cơ cấu đẩy cần (bộ cò), con đội xu-páp hoặc cam để làm giảm sự ma sát giữa các chi tiết này. Chúng cũng có thể là các chốt pittông, để làm giảm sự mài mòn của chúng và bảo vệ các bề mặt chống lại sự kéo.

Một lớp phủ như nêu trên cũng có thể áp dụng cho các bộ phận khác như vòng găng pittông, thân pittông, lớp lót.

Trong số các ví dụ không nhằm giới hạn trước đây, các lớp phủ thường đòi hỏi phải được hoạt động trong môi trường bôi trơn.

Về mặt bản chất, các lớp phủ cacbon vô định hình, dù đã hay không được hydro hóa, đều có nhiều ứng dụng mà không chỉ giới hạn ở các bộ phận cho các ngành công nghiệp ô tô, hàng không hoặc vũ trụ. Các bộ phận dẫn hướng hay trượt, ví dụ, như các khuôn đúc trong công nghiệp chất dẻo, cũng có thể được phủ một lớp phủ như vậy nhằm làm giảm đến mức tối thiểu sự mài mòn và ma sát mà không cần bôi trơn.

Các lớp phủ cacbon vô định hình thường được gọi là lớp phủ cacbon dạng kim cương "DLC" (là chữ viết tắt cho "Diamond Like Carbon"). Nó ký hiệu cho các vật liệu trên cơ sở cacbon thường được tạo ra dưới dạng lớp mỏng và bởi các kỹ thuật lắng phủ chân không.

Các lớp phủ này có thể, ví dụ, được phân thành hai nhóm: các lớp phủ có hydro (H) và các lớp phủ không có hydro.

Nằm trong số các lớp phủ có hydro, các lớp phủ DLC được đặc biệt quan tâm trong công nghiệp gồm:

- các lớp phủ “a-C:H” (“a-C:H” là chữ viết tắt cho “hydrogenated amorphous carbon”). Các lớp phủ này thường được tạo ra bằng cách lắng phủ hóa học trong pha hơi được hỗ trợ bởi plasma của tiền chất khí trên cơ sở cacbon (ví dụ, axetylen ( $C_2H_2$ )).

Nằm trong số các lớp phủ không có hydro, các lớp phủ DLC được đặc biệt quan tâm gồm:

- các lớp phủ “a-C” (“a-C” là chữ viết tắt cho “amorphous carbon”), chúng thường được tạo ra bởi việc phún xạ manhetron đích graphit;
- và, đặc biệt là, các lớp phủ “ta-C” (“ta-C” là chữ viết tắt cho “tetrahedral amorphous carbon”), chúng thường được tạo ra bằng cách bốc hơi hồ quang đích graphit.

Do đó, ba loại lớp phủ nêu trên được tạo ra bởi công nghệ khác nhau.

Ngoài ra, hiện thời, đối với cả ba loại lớp phủ DLC như nêu trên (được tạo ra bằng các công nghệ khác nhau, như đã minh họa ở trên), thường đòi hỏi phải sử dụng một lớp phủ dưới đặc biệt để cho việc phủ này bám dính vào một nền nhất định.

Trong trường hợp các lớp phủ DLC đã hydro hóa, đặc biệt là loại a-C:H, có một vài kỹ thuật lắng phủ khác nhau để tạo ra các lớp phủ này dựa trên cơ sở sự phân ly của khí hydrocacbon. Một trong những quy trình đã từng biết được sử dụng để lắng phủ các DLC đã hydro hóa được mô tả trong FR 2 922 358. Giải pháp này liên quan đến phương pháp xử lý bề mặt của một chi tiết nhờ nguồn cấp vật chất plasma bởi máy gia tốc cộng hưởng điện từ. Phương pháp đó tạo các lớp phủ DLC có chất lượng thỏa đáng.

Tuy nhiên, xét về khả năng cạnh tranh kinh tế, được mong muốn nếu công nghệ được công nghệ để có được các phương pháp hiệu quả hơn, nhờ đó có tính cạnh tranh hơn.

Ví dụ, nhằm đạt được mục đích đó, FR 2 995 493 mô tả một thiết bị có hiệu quả hơn, mà ngoài những dấu hiệu khác, cho phép truyền một cách thích ứng hơn tới các chi tiết, sao cho tốc độ lắng phủ DLC được tăng gấp đôi. Theo

giải pháp này, thiết bị lắng phủ bao gồm nguồn cấp plasma mà việc sử dụng nó rất thích hợp để tạo ra các lớp phủ DLC như đã được mô tả trong FR 2 975 404 (và cả một vài biến thể của nó trong đó ngoài lớp này còn bao gồm lớp lõi crom, hoặc lớp crom và lớp crom nitrua CrN).

Tuy nhiên, các lớp phủ, bao gồm một lớp Cr được tiếp theo bởi một lớp CrN, tiếp sau là một lớp chuyển tiếp DLC đã hydro hóa có trộn thêm silic (a-C:H:Si) và cuối cùng là lớp phủ DLC đã hydro hóa (a-C:H) như được mô tả trong FR 3 011 305, đã được lắng phủ mà không thể đạt được các đặc tính thỏa đáng khi sử dụng thiết bị như được mô tả trong FR 2 995 493. Đặc biệt, lớp phủ được tạo ra với nguồn cấp như vậy thường có tính năng kém khi lớp phủ này được làm lõm theo phương pháp dưới tác động 150kg (kilôgam) để đánh giá độ bám dính theo tiêu chuẩn VDI3198. Ở mức tối thiểu, mức độ lõm được quy ước là HF3 theo tiêu chuẩn VDI3198 (mức này được coi là tương đối kém; kết quả tốt được quy ước là HF1 và và kém nhất được quy ước là HF6). Việc quan sát vết lõm một vài giờ sau khi thực hiện cho thấy sự suy giảm tự phát về mức độ lõm tới mức HF6.

Nhằm giảm đến mức tối thiểu vấn đề đó, các thông số phương pháp đã được điều chỉnh, đặc biệt là để giảm các ứng suất mà lớp chuyển tiếp DLC đã hydro hóa có trộn thêm silic (a-C:H:Si) phải chịu, đặc biệt là bằng cách làm giảm dòng các ion mà nguồn cấp plasma chuyển tới các chi tiết thông qua việc làm giảm năng lượng cấp cho nguồn cấp plasma và bằng cách làm giảm năng lượng của các ion thông qua điện áp phân cực. Các cải tiến này được xem là không đủ để tạo ra lớp phủ có mức độ lõm Rockwell thỏa đáng. Nguồn cấp plasma do vậy không đủ hiệu quả để có thể tạo ra các điều kiện lắng phủ đủ êm dịu đối với lớp "a-C:H:Si".

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Do đó, mục đích của sáng chế nhằm khắc phục ít nhất một phần các vấn đề nêu trên.

Cụ thể là, mục đích của sáng chế là đề xuất chi tiết bao gồm lớp phủ DLC đã hydro hóa, đặc biệt là loại a-C:H, mà có thể thích ứng được với các đặc tính của plasma từ nguồn cấp như được mô tả trong FR 2 995 493.

Do đó, sáng chế đề cập đến việc tạo ra chi tiết, có lớp phủ DLC đã hydro hóa, đặc biệt là loại a-C:H, khiến cho có thể đạt được đặc tính tốt trong thử nghiệm độ bám dính của lớp phủ DLC theo phương pháp tạo lõm Rockwell C.

Để đạt được điều này, theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất chi tiết bao gồm nền kim loại, lớp phủ cacbon vô định hình đã hydro hóa loại a-C:H phủ trên nền này, và lớp phủ dưới trên cơ sở crom (Cr), cacbon (C) và silic (Si) nằm giữa nền kim loại và lớp phủ cacbon vô định hình và lớp phủ cacbon vô định hình được phủ trên lớp phủ dưới, khác biệt ở chỗ, lớp phủ dưới này có các tỷ lệ giữa các nguyên tử dưới đây ở mặt phân cách của nó với lớp phủ cacbon vô định hình (tức là bề mặt của lớp phủ dưới):

- Tỷ lệ giữa hàm lượng silic và hàm lượng crom (Si/Cr) nằm trong khoảng từ 0,35 đến 0,60, và
- Tỷ lệ giữa hàm lượng cacbon và hàm lượng silic (Si/Cr) nằm trong khoảng từ 2,5 và 3,5.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Thành phần của một lớp phủ dưới như vậy có các hàm lượng có thể xác định được, ví dụ, bằng phép phân tích phổ tán sắc năng lượng tia X EDX (EDX là chữ viết tắt cho ((Energy Dispersive X-Ray)) trên kính hiển vi điện tử quét SEM (Scanning Electron Microscope) hoặc bằng phép phân tích quang phổ phát xạ quang học phóng điện phát sáng GDOES (Glow Discharge Optical Emission Spectroscopy).

Điều đã thấy là một lớp phủ dưới như vậy khiến có thể thu được độ bám dính lớp phủ đạt kết quả HF1, mà bền vững theo thời gian.

Hơn nữa, một lớp phủ dưới như vậy cũng đặc biệt có lợi cho một lớp phủ DLC không được hydro hóa, đặc biệt là loại ta-C, hoặc thậm chí là loại a-C.

Một lớp phủ dưới như vậy dẫn đến tạo ra một lớp gradien có thành phần chủ yếu gồm crom (Cr), silic (Si) và cacbon (C).

Lớp phủ dưới này sẽ được làm giàu dần dần (từ nền hướng về phía lớp phủ DLC) silic (Si) và cacbon (C), để đạt được thành phần cho phép có được sự bám dính của lớp phủ, như đã đề cập ở trên.

Theo một phương án cụ thể làm ví dụ, tỷ lệ giữa hàm lượng silic và hàm lượng crom (Si/Cr) của lớp phủ dưới ở lân cận của mặt phân cách với DLC nằm trong khoảng từ 0,38 đến 0,60, hoặc thậm chí nằm trong khoảng từ 0,40 đến 0,60.

Theo một phương án cụ thể làm ví dụ, tỷ lệ giữa hàm lượng cacbon và hàm lượng silic (C/Si) của lớp phủ dưới ở lân cận của mặt phân cách với DLC nằm trong khoảng từ 2,8 đến 3,2, hoặc thậm chí nằm trong khoảng từ 2,9 đến 3,1.

Lớp phủ dưới này có thể bao gồm nitơ (N). Điều này là đặc biệt có lợi khi chi tiết này còn có lớp crom nitrua, như được mô tả ở dưới.

Do đó, theo một phương án có lợi làm ví dụ, lớp phủ dưới còn chứa các nguyên tử nitơ (N), tỷ lệ giữa hàm lượng nitơ và hàm lượng crom (N/Cr) thấp hơn 0,70 ở lân cận của mặt phân cách với DLC, tức là ở mặt phân cách giữa lớp phủ dưới và lớp phủ cacbon vô định hình này.

Theo các phương án có lợi làm ví dụ, tỷ lệ giữa hàm lượng nitơ và hàm lượng crom (N/Cr) nằm trong khoảng từ 0,26 đến 0,70, hoặc thậm chí nằm trong khoảng từ 0,29 đến 0,67, hoặc thậm chí nằm trong khoảng từ 0,35 đến 0,65, ở mặt phân cách giữa lớp phủ dưới và lớp phủ cacbon vô định hình này.

Theo các phương án có lợi làm ví dụ, tỷ lệ giữa hàm lượng silic và hàm lượng crom (Si/Cr) nằm trong khoảng từ 0,40 đến 0,55, hoặc thậm chí nằm trong khoảng từ 0,45 đến 0,55, ở mặt phân cách giữa lớp phủ dưới và lớp phủ cacbon vô định hình này.

Theo một phương án có lợi, lớp phủ dưới, có hoặc không có nitơ, có độ dày vài chục micromet; tốt hơn là độ dày nhỏ hơn hoặc bằng khoảng  $1,1\mu\text{m}$ , ví dụ, nằm trong khoảng từ  $0,2\mu\text{m}$  đến  $1,1\mu\text{m}$ , tốt hơn là nằm trong khoảng từ  $0,3\mu\text{m}$  đến  $0,6\mu\text{m}$ .

Quả thực, trên thực tế, với độ dày trên  $1,1\mu\text{m}$ , sự phát triển dạng cột có thể xảy ra gây bất lợi cho việc bám dính của lớp phủ dưới, và độ dày dưới  $0,2\mu\text{m}$ , lớp phủ dưới không tạo ra hiệu quả cho lớp thích ứng.

Lớp phủ cacbon vô định hình này có, ví dụ, độ dày lớn hơn hoặc bằng khoảng  $0,3\mu\text{m}$ , hoặc thậm chí lớn hơn hoặc bằng khoảng  $0,5\mu\text{m}$ , hoặc thậm chí lớn hơn hoặc bằng khoảng  $1\mu\text{m}$ , hoặc thậm chí bằng  $1,5\mu\text{m}$ .

Lớp phủ cacbon vô định hình này có, ví dụ, độ dày nhỏ hơn hoặc bằng khoảng  $10\mu\text{m}$ , hoặc thậm chí là nhỏ hơn hoặc bằng khoảng  $8\mu\text{m}$ , hoặc thậm chí có thể nhỏ hơn hoặc bằng khoảng  $3,5\mu\text{m}$ .

Lớp phủ cacbon vô định hình này có, ví dụ, độ dày nằm trong khoảng từ  $1,5\mu\text{m}$  đến  $3,5\mu\text{m}$ , nhưng có thể bằng đến  $8\mu\text{m}$  khi lớp phủ này được áp dụng cho vòng găng pittông, chẳng hạn.

Nền kim loại này làm bằng, ví dụ, thép hoặc các hợp kim kim loại khác.

Theo các phương án có lợi làm ví dụ, chi tiết này còn bao gồm lớp trên cơ sở crom được lắng phủ trên nền và trên lớp trên cơ sở crom này lớp phủ dưới được tạo ra.

Lớp trên cơ sở crom này là, ví dụ, lớp crom (Cr) và/hoặc lớp crom nitrua, ví dụ, CrN hoặc  $\text{Cr}_2\text{N}$ , hoặc hợp chất trung gian bất kỳ.

Tốt hơn là, chi tiết này bao gồm lớp crom (Cr), hoặc lớp crom (Cr) được tiếp sau bởi lớp crom nitrua (ví dụ, CrN hoặc  $\text{Cr}_2\text{N}$ , hoặc hợp chất trung gian bất kỳ).

Tốt hơn là, lớp trên cơ sở crom có độ dày vài chục micromet, tốt hơn là độ dày nhỏ hơn hoặc bằng khoảng  $1\mu\text{m}$ , hoặc thậm chí là nhỏ hơn hoặc bằng  $0,6\mu\text{m}$ , ví dụ, nằm trong khoảng từ  $0,1\mu\text{m}$  đến  $0,5\mu\text{m}$ , hoặc thậm chí nằm trong khoảng từ  $0,3\mu\text{m}$  đến  $0,5\mu\text{m}$ .

Ngoài ra, có thể nói rằng lớp phủ dưới theo sáng chế có thể có độ dày nhỏ hơn so với độ dày của các lớp phủ dưới theo các giải pháp kỹ thuật đã biết, nhờ đó có thể làm tăng độ dày của DLC với cùng một tổng độ dày của các lớp phủ (tức là xét đến tổng các độ dày của DLC, của lớp phủ dưới và của lớp trên cơ sở crom trong trường hợp có thể có mặt).



Nói cách khác, tỷ lệ giữa độ dày của lớp phủ cacbon vô định hình và độ dày của lớp phủ dưới, hoặc thậm chí có tính đến độ dày của lớp trên cơ sở crom này trong trường hợp có thể có mặt (độ dày của DLC/độ dày của lớp phủ dưới, hoặc độ dày của DLC/(độ dày của lớp phủ dưới + lớp trên cơ sở crom)), có thể cao. Tỷ lệ như vậy, ví dụ, nằm trong khoảng từ 2,2 đến 12, hoặc thậm chí nằm trong khoảng từ 2,25 đến 11,5, hoặc thậm chí nằm trong khoảng từ 2,25 đến 7,5, hoặc thậm chí nằm trong khoảng từ 2,27 đến 7,25.

Ví dụ, tỷ lệ giữa độ dày của lớp phủ cacbon vô định hình và tổng độ dày của các lớp phủ (tức là tổng các độ dày của lớp phủ cacbon vô định hình, của lớp phủ dưới và của lớp trên cơ sở crom trong trường hợp có thể có mặt), tức là [độ dày của DLC/(độ dày của DLC + độ dày của lớp phủ dưới + độ dày của lớp trên cơ sở crom)] nằm trong khoảng từ 0,65 đến 0,9, hoặc thậm chí nằm trong khoảng từ 0,69 đến 0,88.

Ví dụ, tổng độ dày của các lớp phủ (tức là tổng các độ dày của lớp phủ cacbon vô định hình, của lớp phủ dưới và của lớp trên cơ sở crom trong trường hợp có thể có mặt) nằm trong khoảng từ 1,5 $\mu\text{m}$  đến 4,9 $\mu\text{m}$ , tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1,8 $\mu\text{m}$  đến 4,6  $\mu\text{m}$ .

#### **Ví dụ thực hiện sáng chế**

Bảng dưới đây thể hiện các thử nghiệm khác nhau, được đánh số từ 1 tới 15. Các tỷ lệ nguyên tử, xác định được bằng EDX, là các tỷ lệ của lớp phủ dưới ở lân cận của mặt phân cách với lớp phủ (với lưu ý rằng lớp phủ dưới này có một gradien thành phần, thành phần được hướng tới là thành phần được mong muốn ở mặt phân cách với lớp phủ DLC).

No.	Độ dày của lớp trên cơ sở ( $\mu\text{m}$ )	Độ dày của DLC ( $\mu\text{m}$ )	Tổng độ dày của lớp phủ dưới (kể cả lớp trên cơ sở Cr) ( $\mu\text{m}$ )	Tổng độ dày (DLC + lớp phủ dưới + lớp Cr) ( $\mu\text{m}$ )	Độ dày của DLC/ tổng độ dày của lớp phủ dưới	Độ dày của DLC/ tổng độ dày	Si/Cr	C/Si	N/Cr	Sự bám dính HRC
1	0	3	0,5	3,5	6,00	0,86	0,20	3,00	0,00	không
2	0	2,5	0,6	3,1	4,17	0,81	0,30	2,92	0,00	không
3	0	2,2	0,4	2,6	5,50	0,85	0,29	2,93	0,00	không
4	0	2,9	0,4	3,3	7,25	0,88	0,42	3,00	0,00	có
5	0	2,5	0,8	3,3	3,13	0,76	0,50	3,06	0,00	có
6	0	2,4	0,6	3	4,00	0,80	0,60	2,94	0,00	có
7	0	2,2	0,7	2,9	3,14	0,76	0,80	2,95	0,00	không
8	0	2,7	0,5	3,2	5,40	0,84	1,10	3,00	0,00	không
9	0,3	2,7	0,9	3,6	3,00	0,75	0,55	3,00	0,40	có
10	0,5	2,5	1,1	3,6	2,27	0,69	0,48	2,92	0,65	có
11	0,3	2,4	0,7	3,1	3,43	0,77	0,30	3,00	1,00	không
12	0,4	2,3	0,6	2,9	3,83	0,79	0,32	2,92	0,30	không
13	0,3	3	1	4	3,00	0,75	0,45	2,93	0,35	có
14	0	3,5	1,1	4,6	3,18	0,76	0,50	3,00	0,00	có
15	0	1,5	0,3	1,8	5,00	0,83	0,48	3,10	0,00	có

Trong tất cả các thử nghiệm, điều đã được nhận thấy là tính bám dính của DLC trên lớp phủ dưới có liên quan tới thành phần của bề mặt lớp phủ dưới.

Sự có mặt của nito ở bề mặt không quyết định độ bám dính của DLC. Trên thực tế, với các tỷ lệ nito (N/Cr) tương đương (các Ví dụ 9, 12 và 13), độ bám dính có thể tốt hoặc không tốt. Sự có mặt tương đối nhiều của nito có thể ảnh hưởng bất lợi đến độ bám dính, như ở Ví dụ 11. Việc không có mặt của nito có thể dẫn đến có độ bám dính tốt (các Ví dụ 4 tới 6, 14 và 15) hoặc không tốt (các Ví dụ 1 tới 3, 7, 8).

Trái lại, tỷ lệ crom của crom so với silic đã chứng tỏ là một yếu tố quyết định hơn. Tỷ lệ tương đối cao của crom so với silic (Si/Cr nhỏ), dường như

không thích hợp để có độ bám dính tốt (ví dụ, các Ví dụ 1 tới 3). Tỷ lệ tương đối thấp của crom so với silic (Si/Cr lớn) dường như không thích hợp đối với cả sự bám dính của DLC (ví dụ, các Ví dụ 7 và 8).

Do đó, khi tỷ lệ của các thành phần Si/Cr nằm trong khoảng từ 0,35 đến 0,6, thì tất cả các lớp DLC đã được lắng phủ trên các lớp phủ dưới này đều chứng tỏ đã bám dính (các Ví dụ 4, 5, 6, 9, 10, 13, 14 và 15).

Để tạo ra một lớp phủ như nêu trên, thiết bị lắng phủ chân không như được mô tả dưới đây được sử dụng.

Thiết bị lắng phủ chân không này chủ yếu bao gồm buồng lắng phủ, hệ thống bơm, hệ thống gia nhiệt, chúng được tạo kết cấu để bơm và gia nhiệt các chi tiết (nền) và nằm trong buồng lắng phủ, để đẩy nhanh quá trình giải hấp các khí và nhanh chóng tạo ra chân không, được xem là quyết định về mặt chất lượng, trong buồng lắng phủ này.

Thiết bị lắng phủ này còn bao gồm bộ phận mang nền, mà nó phù hợp về mặt hình học, thiên áp và động học, với các chi tiết, hoặc với một phần của các chi tiết cần phủ.

Thiết bị lắng phủ chân không cũng bao gồm hệ thống bắn ion được tạo kết cấu để bắn phá các chi tiết (các nền) cần phủ bằng các ion argon (Ar), nhằm loại bỏ lớp thụ động hóa có mặt trên các nền kim loại cần phủ.

Thiết bị lắng phủ chân không cũng bao gồm catôt manhetron, được trang bị cùng với đích crom, để tạo ra các lớp trên cơ sở crom.

Tốt hơn là, hệ thống bắn ion này được tạo kết cấu để hoạt động đồng thời cùng với catôt manhetron. Do vậy, việc kết thúc bắn ion có ưu điểm là tạo phún xạ trước catôt manhetron được trang bị cùng với đích crom.

Ví dụ, nguồn cấp plasma như đã được mô tả trong FR 2995493 có thể được sử dụng để thực hiện việc bóc ion một cách có hiệu quả các chi tiết cần phủ và phủ chúng bằng lớp phủ DLC loại a-C:H.

Bước lắng phủ lớp phủ dưới, ví dụ, được tạo kết cấu để tạo ra lớp phủ dưới có thành phần như nêu trên.

Bước lắng phủ lớp phủ dưới, ví dụ, còn được tạo kết cấu để tạo ra lớp phủ dưới có độ dày như nêu trên.

Theo ví dụ thực hiện sáng chế, phương pháp này có thể tùy ý bao gồm bước lắng phủ crom kim loại, ví dụ, bước phún xạ crom. Tùy ý, bước lắng phủ crom kim loại bao gồm bước đưa vào nitơ đồng thời với bước phún xạ crom để tạo ra lớp crom nitrua, ví dụ, CrN hoặc Cr<sub>2</sub>N hoặc hợp chất trung gian bất kỳ.

Lớp trên cơ sở crom như vậy, tùy ý cùng với nitơ, được lắng phủ với độ dày vài chục micromét, như nêu trên.

Quá trình lắng phủ này được tiếp tục với việc đưa vào khí silic hữu cơ, tức là khí mang ít nhất là silic, thường là tetrametylsilan (còn được viết tắt là TMS, có công thức (Si(CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>), mà có thể bao gồm các vết oxygen) là dễ dàng thực hiện nhất, hoặc hỗn hợp gồm silan và hydrocacbon. Mặc dù không phải là duy nhất, song cho đến nay TMS vẫn được ưu tiên sử dụng vì tính bền hóa học tương đối cao của nó và tính dễ bay hơi cao của nó cho phép dễ dàng thực hiện nhờ máy đo lưu lượng.

Trong trường hợp lắng phủ trước lớp trên cơ sở crom (Cr, và/hoặc CrN hoặc Cr<sub>2</sub>N), khí silic hữu cơ được đưa vào với tốc độ tăng dần lên tới tốc độ dòng mà ở đó hàm lượng silic của lớp phủ dưới ít nhất bằng khoảng 0,35 lần so với hàm lượng crom của nó và nhiều nhất bằng khoảng 0,60 lần so với hàm lượng crom ở lân cận mặt phân cách. Tỷ lệ giữa hàm lượng cacbon và hàm lượng silic đồng thời nằm trong khoảng từ 2,5 đến 3,5 ở lân cận mặt phân cách.

Khi lớp trên cơ sở crom cùng với nitơ được sử dụng, lượng nitơ được đưa vào có thể giảm dần khi lượng khí silic hữu cơ tăng. Lượng nitơ không nhất thiết phải đưa về không nhưng phải luôn nhỏ hơn đáng kể so với lượng khí silic hữu cơ. Nitơ được đưa vào để tạo ra lớp CrN (hoặc Cr<sub>2</sub>N) cũng có thể đột ngột hạ xuống bằng không 0 trước khi đưa vào tiền chất silic hữu cơ. Tuy nhiên, phương án giảm dần nitơ là được ưu tiên vì nó cho phép chuyển tiếp dần nitơ trong lớp phủ dưới.

Ví dụ, đối với lớp CrN, thì trị số N/Cr bằng 1 chẳng hạn và do đó lượng nitơ có thể được xem là dư. Đối với lớp Cr<sub>2</sub>N, thì trị số N/Cr bằng 0,5 chẳng hạn và trong trường hợp như vậy, tỷ lệ này có thể được duy trì.

Trong quá trình tạo ra các lớp mỏng khác nhau trong chân không như đã nêu trên (lớp trên cơ sở crom, lớp phủ dưới hoặc lớp phủ DLC, chẳng hạn), thiên

áp của bộ phận mang nền nói chung được thiết lập nằm trong khoảng từ -50V đến -100V (vôn).

Tốt hơn, nếu áp suất riêng phần của argon trong quá trình lắng phủ các lớp này nằm trong khoảng từ 0,2Pa đến 0,4Pa.

Khi tốc độ dòng khí silic hữu cơ đạt mức cần thiết, nguồn cấp điện cho catot manhetron được ngắt, các khí phản ứng (tức là nó đến khí silic hữu cơ, hoặc khí silic hữu cơ và nitơ theo sáng chế này) bị dừng lại. Tốc độ dòng argon, nếu được cấp, được giảm xuống mức thấp hoặc thậm chí bằng 0, để bắt đầu quá trình lắng phủ lớp phủ a-C:H nhờ sử dụng nguồn cấp plasma như được mô tả trong FR 2 995 493. Điện áp để gia tốc các ion được thiết lập để có được các đặc tính được mong muốn của lớp lắng phủ a-C:H cần được tạo ra. Điện áp tuyệt đối càng cao, thì theo các nguyên tắc đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này, sẽ tạo ra lớp lắng phủ a-C:H càng cứng.

### Yêu cầu bảo hộ

1. Chi tiết bao gồm nền kim loại, lớp phủ cacbon vô định hình đã hydro hóa loại a-C:H phủ trên nền này, và lớp phủ dưới trên cơ sở crom (Cr), cacbon (C) và silic (Si) nằm giữa nền kim loại và lớp phủ cacbon vô định hình và lớp phủ cacbon vô định hình được phủ trên lớp phủ dưới, khác biệt ở chỗ, lớp phủ dưới này có các tỷ lệ giữa các nguyên tử dưới đây ở mặt phân cách của nó với lớp phủ cacbon vô định hình:

- tỷ lệ giữa hàm lượng silic và hàm lượng crom (Si/Cr) nằm trong khoảng từ 0,35 đến 0,60, và
- tỷ lệ giữa hàm lượng cacbon và hàm lượng silic (C/Si) nằm trong khoảng từ 2,5 và 3,5.

2. Chi tiết theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, tỷ lệ giữa hàm lượng silic (Si) và hàm lượng crom (Cr) (Si/Cr) của lớp phủ dưới nằm trong khoảng từ 0,38 đến 0,6.

3. Chi tiết theo điểm 1 hoặc 2, khác biệt ở chỗ, tỷ lệ giữa hàm lượng cacbon (C) và hàm lượng silic (Si) (C/Si) của lớp phủ dưới nằm trong khoảng từ 2,8 đến 3,2, hoặc thậm chí nằm trong khoảng từ 2,9 đến 3,1.

4. Chi tiết theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 3, khác biệt ở chỗ, lớp phủ dưới còn chứa các nguyên tử nitơ (N), tỷ lệ giữa hàm lượng nitơ và hàm lượng crom (N/Cr) thấp hơn 0,70 ở mặt phân cách giữa lớp phủ dưới và lớp phủ cacbon vô định hình.

5. Chi tiết theo điểm 4, khác biệt ở chỗ, tỷ lệ giữa hàm lượng nitơ và hàm lượng crom (N/Cr) nằm trong khoảng từ 0,26 đến 0,70 và tỷ lệ giữa hàm lượng silic và hàm lượng crom (Si/Cr) nằm trong khoảng từ 0,40 đến 0,55 ở mặt phân cách giữa lớp phủ dưới và lớp phủ cacbon vô định hình.

6. Chi tiết theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 5, khác biệt ở chỗ, lớp phủ dưới có độ dày bằng hoặc nhỏ hơn  $1,1\mu\text{m}$ , như nằm trong khoảng từ  $0,2\mu\text{m}$  đến  $1,1\mu\text{m}$ , tốt hơn là nằm trong khoảng từ  $0,3\mu\text{m}$  đến  $0,6\mu\text{m}$ .
7. Chi tiết theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 6, khác biệt ở chỗ, lớp phủ cacbon vô định hình có độ dày bằng hoặc lớn hơn  $0,3\mu\text{m}$ , hoặc thậm chí hơn  $0,5\mu\text{m}$ , hoặc thậm chí có thể hơn  $1\mu\text{m}$ .
8. Chi tiết theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 7, khác biệt ở chỗ, lớp phủ cacbon vô định hình có độ dày nằm trong khoảng từ  $1,5\mu\text{m}$  đến  $3,5\mu\text{m}$ .
9. Chi tiết theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 8, khác biệt ở chỗ, nó còn bao gồm lớp trên cơ sở crom được lắng phủ trên nền và trên lớp trên cơ sở crom này lớp phủ dưới được tạo ra, lớp trên cơ sở crom này là lớp crom (Cr) và/hoặc lớp crom nitrua, như CrN hoặc Cr<sub>2</sub>N, hoặc hợp chất trung gian bất kỳ.
10. Chi tiết theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 9, khác biệt ở chỗ, lớp trên cơ sở crom có độ dày vài chục micromet, tốt hơn là độ dày bằng hoặc nhỏ hơn  $1\mu\text{m}$ , hoặc thậm chí  $0,6\mu\text{m}$ , như nằm trong khoảng từ  $0,1\mu\text{m}$  đến  $0,5\mu\text{m}$ , hoặc thậm chí nằm trong khoảng từ  $0,3\mu\text{m}$  đến  $0,5\mu\text{m}$ .